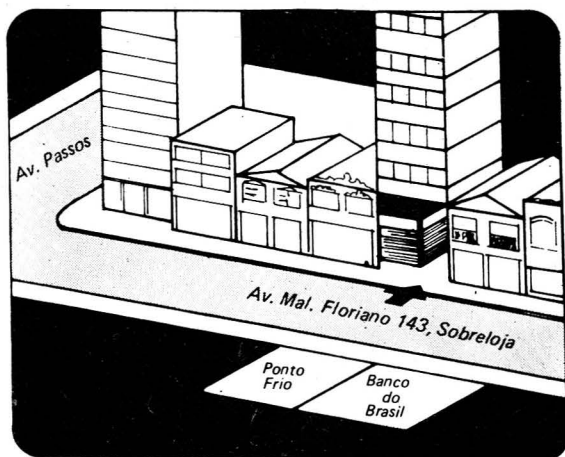
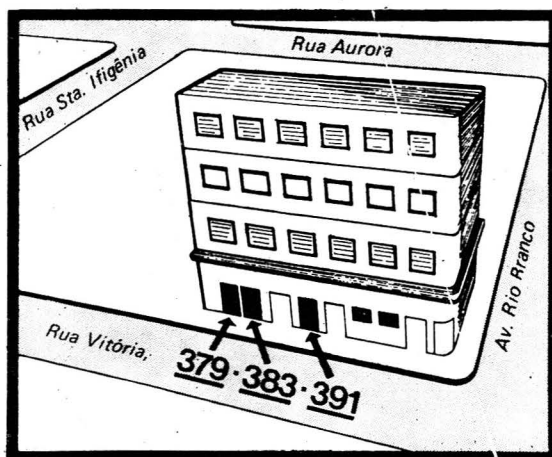
SELTRON
Mini -
Transmissores
&
Rádio -
Receptores
13
Montagens
Práticas
REALIMENTAÇÃO
LIGA
DESL
FONES
SINTONIA
CRISTAL
AM
SOLID
STATE
Mini-Transmissores & Rádio-Receptores: 13 Monta

OS ENDEREÇOS CERTOS PARA QUEM LIDA COM
ELETRÔNICA • INFORMÁTICA • RADIOAMADORISMO

RIO DE JANEIRO:
Pertinho da Central (Est. Pedro II) e
do Metrô (Est. Presidente Vargas):
Av. Marechal Floriano 143 — Sobreloja

SÃO PAULO:
No bairro Sta. Ifigênia, onde
se concentra o comércio eletrônico:
R. Vitória 379/383/391

Nos locais acima estão sediados os principais estabelecimentos do

GRUPO EDITORIAL ANTENNA

desde 30 de abril de 1926 a serviço dos
profissionais, amadores, experimentadores e estudantes brasileiros.
Pessoalmente ou em perfeito atendimento postal (veja endereço no rodapé),
ali dispõem eles dos seguintes setores especializados:

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO - LIVROTRÔNICAS

A mais antiga e bem sortida livraria técnica de Eletro-Eletrônica, Informática,
Radioamadorismo, Faixa do Cidadão, Telecomunicações e muitos outros setores
para atividade profissional, treinamento, aprendizagem e entretenimento.
Livros e revistas técnicas nacionais e estrangeiras.
Rápido atendimento pelo Reembolso Postal.

ESQUEMATECA BRASILEIRA DE ELETRÔNICA - ESBREL

Onde você encontra uma imensa variedade de esquemas e outros dados técnicos
para manutenção, ajustes e consertos em aparelhos eletrônicos de todas
as marcas e procedências, dos mais antigos aos mais modernos e sofisticados — com
a tecnologia de uma organização com mais de
meio século de experiência nesta especialização.

ANTENNA - ELETRÔNICA POPULAR

A revista que há mais de 60 anos conquistou a confiança e a preferência dos profissionais e amadores brasileiros. Seção especializada em Radioamadorismo (CO-Radioamadores) para informação e corajosa defesa dos interesses do Radioamadorismo.

PELO CORREIO: Grupo Editorial Antenna — Departamento Central de Atendimento Postal
Caixa Postal 1131 — 20001 Rio de Janeiro, RJ — Brasil

Apresentação

Talvez muitos dos leitores achem que vamos iniciar esta apresentação de forma saudosista; mas ainda nos lembramos até hoje do primeiro radinho que montamos nos idos de 60 : um "kit" valvulado de um curso por correspondência, que, ao ser posto em funcionamento lá pelos interiores das Minas Gerais, "sintonizou" no "fundo do poço" uma partida de futebol, que, apesar de ser preferência nacional, não era exatamente a nossa ! Contudo, naquele dia, ouvimos futebol a tarde inteira !...

Depois disto, ficamos definitivamente inoculados com o vírus das radiofreqüências : o tempo disponível era destinado ao garimpo de circuito de receptores e transmissores na biblioteca da escola técnica onde estudávamos, fato que resultava em um festival de "interferômetros" e TVI, para desespero do Diretor da escola e professores, perante a comunidade local.

De lá para cá, muita coisa mudou : vieram os transistores e os circuitos integrados, entre outras coisas. Pensando nos idos de 60 e nos dias atuais, ocorreu-nos montar uma coletânea com circuitos de conversores, sintonizadores, ou receptores, que, graças à maior sensibilidade, permitirão recepção infinitamente superior àquela que tivemos "no fundo do poço"... Temos, também, montagens de mini-transmissores ou microfones sem fio, com boa estabilidade de freqüência de transmissão e que não causarão interferências na vizinhança, desde que sejam respeitadas as características de projeto (tensão de alimentação, comprimento da antena, etc.). E para o caso de isto ocorrer no seu televisor (se você tiver algum vizinho "curioso" em Eletrônica...) incluímos o projeto de um filtro contra TVI, que permitirá que você assista em paz sua novela, seus noticiários ou programas preferidos.

São 13 circuitos variados, um dos quais, certamente, atendendo às suas necessidades, poupando-o "daquele" exaustivo garimpo !...

Seleções Eletrônicas Editora Ltda.

Sumário

ISBN Nº 85.7037.025-3

CAIXA POSTAL 771 – 20001 Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Coordenação e Criação: Gilberto Affonso Penna Jr.

Produção: Therezinha Wangler

Distribuição: Lojas do Livro Eletrônico – "Livrotrônicas"

Impresso por Graftena Artes Gráficas Ltda. – Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

Um aparelho fácil de montar, para as faixas de amador de 80, 40 e 20 m, as comerciais de 41, 31 e 19 m, e também outras transmissões.

NOS primórdios do Rádio, os receptores de uma ou duas válvulas gozavam de larga popularidade entre os amadores. Esses aparelhos de construção caseira captavam estações bem distantes, em virtude da alta sensibilidade que a regeneração lhes conferia (e, por isso, chamavam-se regenerativos).

Tal desempenho, todavia, dependia totalmente do correto uso da regeneração (ou realimentação positiva). Hoje em dia, temos no transistor de efeito de campo (T.E.C.) uma réplica semicondutorizada quase perfeita da válvula, pelo menos neste particular.

O receptor que vamos descrever utiliza um T.E.C., tipo MPF102, como detector regenerativo, seguido de um transistor de silício BC108, que funciona como amplificador de áudio. Ele abrange uma faixa de freqüências de 3,2 MHz a 16 MHz (95 a 21 m, aproximadamente), com as suas duas bobinas selecionáveis por uma chave.

A faixa em questão inclui muitas freqüências interessantes, além da conhecida faixa de amadores de 3,5 a 3,8 MHz. Por outro lado, o receptor opera com sinais de CW (telegrafia), SSB (faixa lateral única) e AM comum (modulação de amplitude).

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

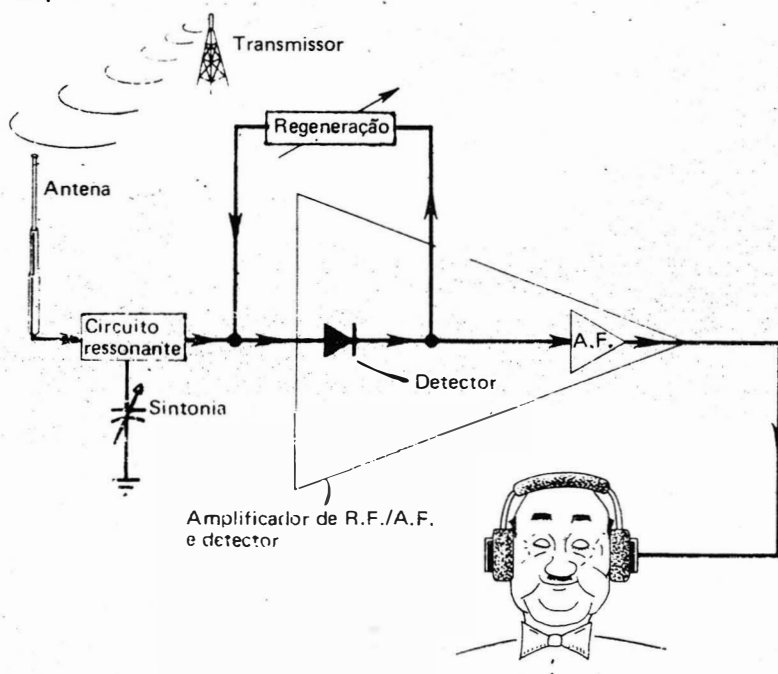
Na Fig. 1 temos o circuito do receptor. A seção b da chave CH1 (CH1b) seleciona a bobina L2 ou L4, que é sintonizada pelo capacitor variável C3.

O acoplamento com a antena está a cargo de um capacitor ajustável ("trimmer"), C1, de pequena capacitância, ligado ao circuito de porta de TR1. O dreno deste transistor é ligado aos enrolamentos de regeneração das bobinas L1 e L3 por intermédio da chave seletora CH1, seção **a** (CH1a).

O capacitor C2 controla o grau de regeneração. Os sinais de áudio atravessam o reator de R.F. e o capacitor C6, indo ter ao transistor amplificador de áudio, TR2, que eleva consideravelmente o seu volume. A chave CH1, seção **c** (CH1c), liga e desliga a alimentação do aparelho.

COMO FUNCIONA

Os sinais de R.F. induzidos na antena são acoplados ao circuito ressonante. Este circuito é sintonizado por um capacitor variável, para captar determinada estação. O estágio detector compõe-se de um transistor de efeito de campo e circuito associado, que provê realimentação positiva (regeneração) dosada pelo respectivo controle, à entrada deste estágio. Assim, é criado um elo de realimentação positiva em torno do transistor de efeito de campo.

O sinal de áudio é, então, extraído do estágio detector e aplicado a um amplificador de áudio, de onde passa ao par de fones de alta impedância. No protótipo, são usados dois jogos de bobinas comutáveis, o que permite a sintonia de uma ampla gama de freqüências. O controle de regeneração, em contraste com os usados em muitos outros aparelhos regenerativos, consiste de um capacitor variável.

PONTE DE LIGAÇÕES

Os componentes menores são soldados diretamente numa ponte de ligações, como vemos na Fig. 2. A ponte, depois desta operação, é fixada ao chassi através de dois pezinhos perfurados de montagem, assinalados com a letra M, que proporcionam o retorno negativo, ou de massa.

Os componentes são instalados bem junto da ponte e um pouco acima dos terminais, para que não encostem no capacitor de sintonia e nas bobinas adjacentes.

Os transistores devem ser soldados por último, podendo os seus lides ser identificados pela Fig. 2.

CHASSI E PAINEL

O chassi utilizado no protótipo do receptor mede 127 x 178 x 25 mm, tendo sido perfurado para dar passagem às conexões de antena e massa (J2 e J1) e dos fones (J3 e J4). Essas conexões, à exceção da de massa, não devem encostar no chassi, evidentemente.

A planta de furação do painel frontal está na Fig. 3. A disposição dos furos, todavia, não é muito crítica, embora o montador

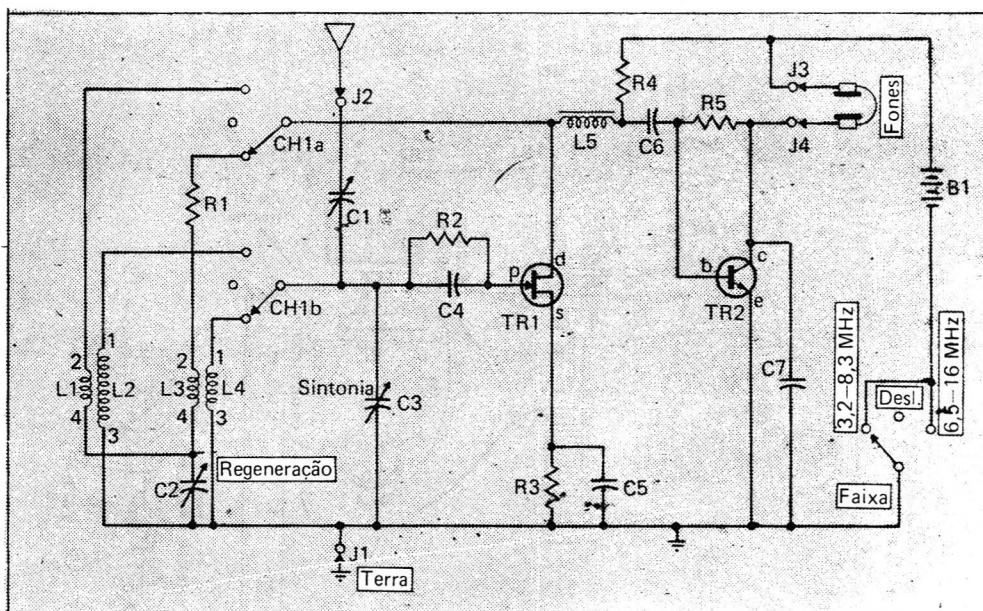



FIG. 1 — Diagrama esquemático do receptor de ondas curtas.

LISTA DE MATERIAL

Transistores

TR1 — Transistor de efeito de campo, MPF102, 2N3819 ou equivalente

TR2 — BC108 ou equivalente

Resistores (1/4 W, ± 5%)

R1 — 270 Ω

R2 — 1,2 MΩ

R3 — 3,9 kΩ

R4 — 2,2 kΩ

R5 — 2,2 MΩ

Capacitores

C1 — 30 pF, compensador ("trimmer") concêntrico

C2 — 110 pF, compensador ("trimmer") de compressão

C3 — 500 pF, variável simples

C4 — 250 pF, cerâmico de disco

C5, C7 — 0,01 μF, cerâmico de disco

C6 — 0,1 μF, cerâmico de disco

Bobinas

L1, L2, L3, L4 — Ver texto

L5 — 5 mH, reator de R.F.

Diversos

CH1 — Chave seletora rotativa, 3 pólos, 3 posições

J1, J2, J3, J4 — Tomada antena-terra (2) de dois terminais de parafuso

B1 — Bateria de 9 V

Par de fones de alta impedância (2 kΩ)

Chassi metálico de 127 x 178 x 25 mm e painel frontal (Fig. 2)

Ponte de ligações de 10 terminais, sendo 2 ligados à massa

Extensão de eixo para C2

Conector de bateria

Botões de controle, tamanho grande (3), sendo um guarnecido de escala para C3

Fio de cobre esmaltado nº 24 AWG e nº 34 AWG

Material para confecção das bobinas

Mecanismo demultiplicador de velocidade para C3

Fio, solda, etc.

não deva fugir excessivamente ao arranjo básico ilustrado.

O tamanho dos furos maiores depende das dimensões dos componentes correspondentes, motivo pelo qual ele deixou de ser especificado no desenho. O furo do capacitor variável de sintonia C3 possivelmente deve ter a sua altura modificada, para mais ou para menos, em função do sistema de montagem do capacitor adotado, convindo, porém, mantê-lo sempre centralizado no painel, como indicado na planta. Na Foto 1 podemos ver como ficou o painel do protótipo.

A Fig. 2 mostra como instalar o variável em questão, com o seu demultiplicador de

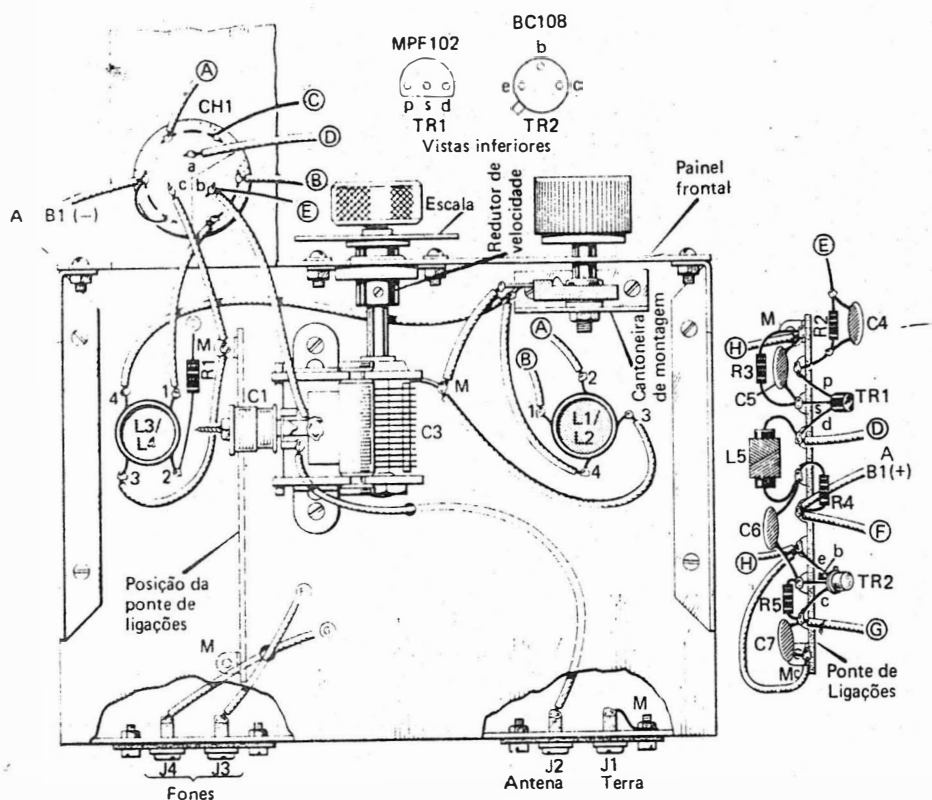



FIG. 2 — Diagrama chapeado completo do receptor da Fig. 1. Observe que, para maior clareza, o painel frontal foi "aberto" para exibir as conexões de CH1. A ponte de ligações aparece em linha tracejada no diagrama principal, sendo seus componentes e respectivas ligações apresentados à direita. A letra M indica massa no chassi.

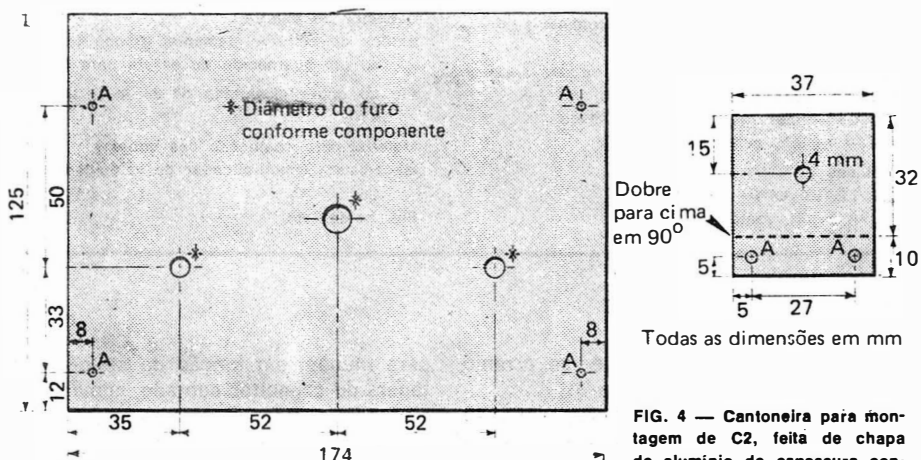



FIG. 3 — Planta de furação do painel frontal. A posição do furo central (para C3) depende do tipo de componente empregado pelo montador, motivo pelo qual não foi especificada a dimensão vertical.

FIG. 4 — Cantoneira para montagem de C2, feita de chapa de alumínio de espessura conveniente.

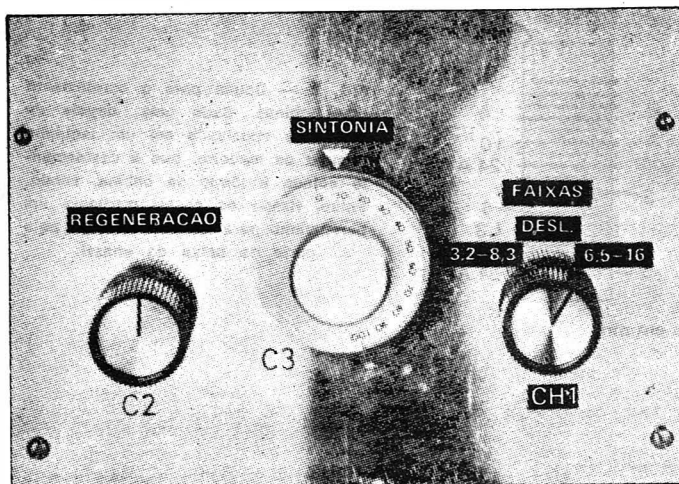



FOTO I — Disposição dos controles no painel frontal do receptor de ondas curtas.

velocidade ("vernier") em um orifício de cerca de 20 mm de diâmetro.

CANTONEIRAS DE MONTAGEM

O capacitor C3, para sua instalação, requer três pequenas cantoneiras de montagem. Alinhe bem o capacitor com o demultiplicador de velocidade, antes de dar o aperto final nos parafusos de fixação.

O capacitor de controle da regeneração, C2, é um capacitor ajustável ("trimmer") comum, dotado de uma extensão de eixo de 7 mm, à qual é fixado um botão de controle. O capacitor é instalado numa cantoneira, como ilustra a Fig. 2, e o seu eixo de comando atravessa um furo no painel, de diâmetro maior do que o dele. As dimensões desta cantoneira são dadas na Fig. 4.

MONTAGEM DOS COMPONENTES

Aparafuse a ponte de ligações na posição indicada na Fig. 2 e fixe as bobinas com parafusos aplicados pela parte de baixo.

A chave seletora rotativa é fixada ao painel pela sua porca de montagem. Na Fig.

FOTO II — A parte interna do protótipo do receptor de ondas curtas, vendo-se a ponte de ligações de 10 terminais, as duas fôrmas de bobina e os capacitores de sintonia. Observe o capacitor concêntrico C1, montado em C3.

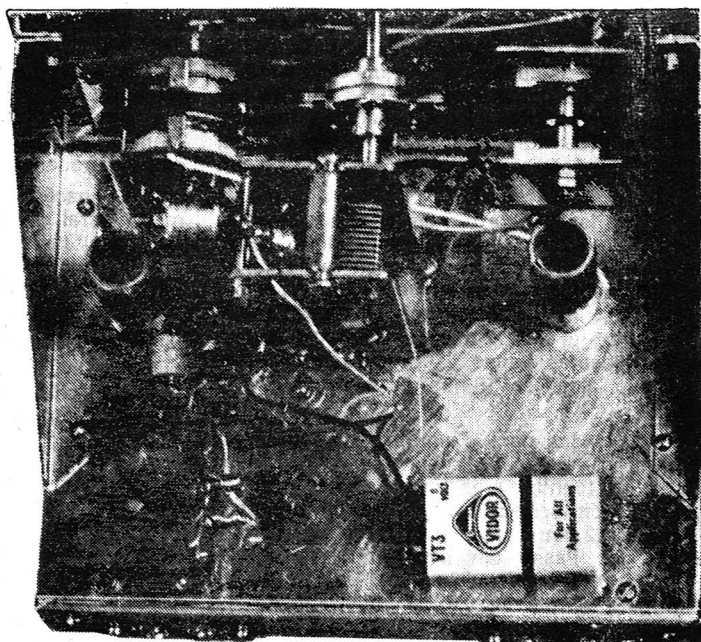
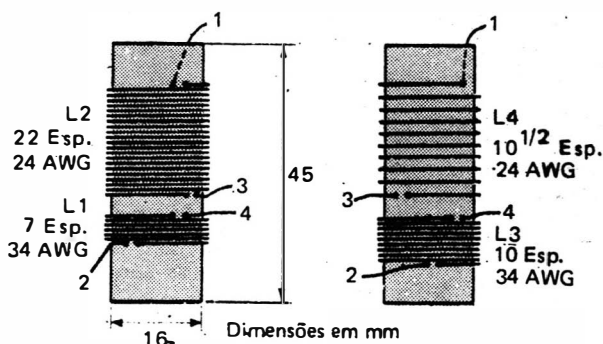



FIG. 5 — Dados para o enrolamento das bobinas. Cada uma, depois de pronta, é encaixada em um taquinho circular de madeira, que é devidamente colado à fôrma da bobina, sendo, então, fixado ao chassi mediante um parafusinho para madeira inserido pela parte de baixo do chassi.

2, a chave está representada fora de posição, para mostrar melhor as diversas conexões. Ligue C2 de modo que sua placa superior vá ao chassi. Ao instalar C3, o capacitor variável de sintonia, solde um fio ao seu terminal inferior, para ligá-lo à chave CH1a.

O "trimmer" C1 é soldado ao terminal superior de C3. O outro terminal de C1 vai ao conector de antena, por intermédio de um fio que atravessa o chassi.

As conexões de fones e da bateria completam a fiação. Esta última deverá ser aplicada a um conector de bateria, para que seja sempre colocada em circuito com a polaridade indicada no diagrama da Fig. 1.

Na Foto II vemos como ficaram dispostos os componentes no interior da caixa.

BOBINAS

Os dois jogos de bobinas são enrolados em fôrmas isoladas de 16 mm de diâmetro e 45 mm de comprimento. Estas fôrmas poderão ser cortadas de um pedaço de tubo de fenolite (ou qualquer outro plástico), ou senão confeccionadas com um pedaço de cartolina enrolado em cartucho.

Para isso, recorte a cartolina em tiras de cerca de 45 mm de largura e vários centímetros de comprimento. Enrole a cartolina sobre qualquer objeto conveniente, como, por exemplo, um bastão de madeira ou plástico redondo, de uns 12 mm de diâmetro. Enrole umas quantas voltas da tira até o diâmetro externo alcançar 16 mm e, então, retire o bastão.

Os dados para o enrolamento das bobinas estão na Fig. 5. Primeiro, enrole L2: faça um furo (ponto 1) na fôrma, a uns 3 mm da borda superior; em seguida, deixe um espaço de uns 22 mm e faça dois furos no ponto 3 (Fig. 5). Passe um pedaço de fio nº 24 AWG (0,5 mm de diâmetro) pelo furo superior e enrole 22 espiras, ligeiramente espaçadas. Passe, agora, a ponta do fio pelo furo 3.

Para enrolar a bobina L1, comece por passar uma ponta de fio nº 34 AWG (0,18 mm de diâmetro) pelo furo 4, que deverá estar a uma distância aproximada de 3 mm de L2. Enrole 7 espiras unidas e termine prendendo o fio no ponto 2.

As bobinas L3 e L4 (ver Fig. 5) são enroladas de maneira semelhante, só que L4 tem 10½ espiras (no mesmo espaço ocupado por L2), e L3 10 espiras. As pontas das bobinas podem ser deixadas sem aparar, para chegar aos diferentes pontos do circuito, ou tais conexões podem ser feitas com cabinho de ligação.

ANTENA, TERRA E FONES

Embora o receptor sempre capte alguns sinais com uma antena interna e sem ligação de terra, a recepção será muito melhor com uma antena externa, que é, quase diríamos, essencial.

Essa antena externa poderá ter um comprimento de 7,5 a 15 m, devendo estar à maior altura possível e com o máximo afastamento em relação a objetos ligados à terra, como paredes de edifícios, etc.

A ligação de terra também é útil, de modo geral e, além disso, evita os efeitos da capacitância das mãos, ao ser o aparelho sintonizado. O fio terra pode ser ligado a uma barra metálica cravada no terreno.

O circuito prevê o emprego de um par de fones de alta impedância (2 kΩ de impedância e 600 Ω de resistência, valores padronizados). Não deverão ser empregados fones de baixa impedância ou a cristal.

REGENERAÇÃO

O desempenho do receptor, como dissemos, repousa principalmente sobre a regeneração. Quando um aparelho deste tipo não proporciona resultados aceitáveis, a causa quase sempre está no mau emprego da regeneração. Com efeito, o ajuste da regeneração

é bem crítico, devendo ser modificado durante a sintonia.

Inicialmente, coloque C1 com as chapas fechadas na extensão de um terço de sua área e desaperte C2. À medida que C2 for sendo reapertado para aumentar a capacitância, deverá ser encontrado um ponto em que se ouvirão sinais ao ser sintonizado o aparelho.

Fechando C2 ainda mais, o volume aumentará, até chegar a um ponto em que será produzido um apito, ao ser o receptor dessintonizado de uma transmissão, nos dois sentidos. No caso da recepção em AM, a sensibilidade é máxima com a regeneração regulada no ponto em que o apito mencionado esteja prestes a irromper.

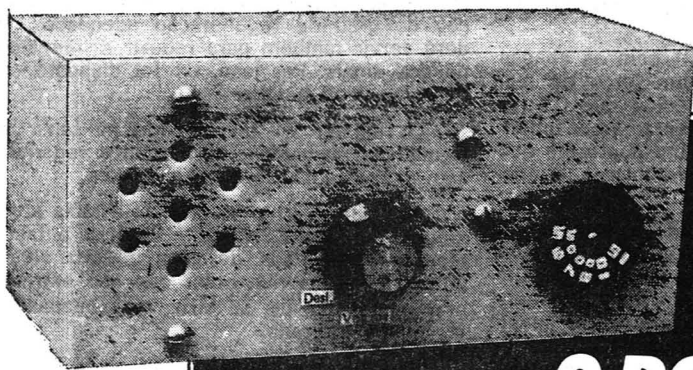
Quando o receptor é sintonizado, o controle de regeneração deve ser também reajustado, uma vez que o ponto ótimo desse controle varia com a freqüência sintonizada pelo receptor.

A magnitude do efeito de carga por parte da antena influencia a regeneração. Isso quer dizer que, não se conseguindo a regeneração em certas freqüências, C1 deve ser desapertado um pouco. Se, porém, esse desaperto for desnecessário, para fins de obtenção do grau de regeneração adequado, poderá servir também para reduzir a intensidade dos sinais. Por isso, C1 foi disposto em ponto de fácil acesso.

O resistor R1 foi incluído na faixa de freqüência mais elevada, porque a regeneração, nessa região, era forte demais.

As bobinas L1 e L2 cobrem a faixa aproximada de 3,2 a 8,3 MHz; e L2 e L3, a faixa, também aproximada, de 6,5 a 16 MHz. Nesta última faixa, convém notar que seu extremo inferior (abaixo de 8,3 MHz, aproximadamente) não é utilizado.

Para receber sinais de CW ou SSB, a regeneração precisa ser avançada um pouco além do ponto ótimo para AM. Isto poderá ser experimentado melhor primeiramente, na faixa de 80 m, que será captada com L1 e L2 com C1 quase todo fechado.

A propagação dos sinais de ondas curtas depende da hora do dia e de outros fatores, mas com pouco tempo de prática, de preferência em horários diferentes, você ficará inteiramente a par das possibilidades do receptor. ⊙

A montagem de um receptor de rádio para ondas médias sempre entusiasmou a maioria dos que têm a Eletrônica como "hobby". Por diversas vezes, a iniciação de profissionais de reparação e experimentadores avançados deu-se através de um receptorzinho de circuito simples, e não raro os famosos "galena", dos primórdios do rádio, foram os responsáveis pela escolha de carreira para muitos técnicos de renome.

Descrever a construção de um receptor de OM nos dias atuais, quando tais aparelhos podem ser adquiridos a preços ínfimos, até mesmo em supermercados, poderia parecer, à primeira vista, um contra-senso. Entretanto, se este for de circuito bastante simples e utilizar componentes de baixo custo, que inclusive poderão ser aproveitados de um receptor "encostado", então a coisa muda de figura. A satisfação da montagem e o conhecimento adquirido com ela justificarão plenamente a iniciativa.

Neste artigo, nossa intenção é justamente despertar o interesse e o fascínio que a construção de um receptor de rádio exerce sobre os entusiastas da Eletrônica. O receptor aqui descrito utiliza unicamente três modernos transistores de silício, de obtenção fácil no comércio, sendo um deles T.E.C. (transistor de efeito de campo). São, ao todo, três estágios: um amplificador de R.F. conjugado ao circuito sintonizado de entrada, um preamplificador de áudio e um amplificador de potência de áudio, que utiliza sistema especial de polarização que contribui para um grande aumento na vida útil das pilhas.

O rádio-receptor, apesar de sua simplicidade, é bastante sensível, graças a uma realimentação adequada no amplificador de R.F.

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O diagrama esquemático do rádio-receptor RCVR 3TR, como resolvemos chamá-lo, pode ser visto na Fig. 1. A alimentação é proporcionada por quatro pilhas de 1,5 V, em série.

A bobina L1 é enrolada sobre um bastão de ferrita, que faz as vezes de antena. Este conjunto, bobina/bastão, é adquirido pronto, não sendo críticas suas especificações. L1, em paralelo com o capacitor variável C1, forma um circuito ressonante que pode ser sintonizado na freqüência de uma emissora comercial de OM. O sinal de R.F. desenvolvido nos extremos do circuito ressonante é aplicado entre a porta (P) e o supridouro (S) de um transistor de efeito de campo (TR1), que irá então amplificá-lo. Do dreno (D) deste transistor o sinal então é reaplicado em fase ao circuito ressonante, através de um capacitor compensador ("trimmer") e de um enrolamento suplementar de L1 (extremos 1 e 2), o que proporciona um efeito regenerativo, trazendo, como resultado, um aumento da sensibilidade do receptor. O nível de realimentação é dosado por intermédio de C2.

A corrente entre dreno e supridouro de TR1 vem determinada principalmente pelo valor de R1, que é o resistor de supridouro. Em nosso protótipo obtivemos $I_D \cong 1$ mA, com $R1 = 1.000\ \Omega$. Entretanto, o valor desta corrente também será influenciado pela transcondutância (Gm) do T.E.C. usado, a qual varia de unidade para unidade, na prática.

O sinal de R.F. amplificado é bloqueado da alimentação por intermédio do reator de filtro XRF1, e aplicado ao diodo detector D1, através de C4. Agora, já em freqüência de áudio, o sinal vai ter à base de TR2, que é um transistor de baixo ruído e alto ganho,

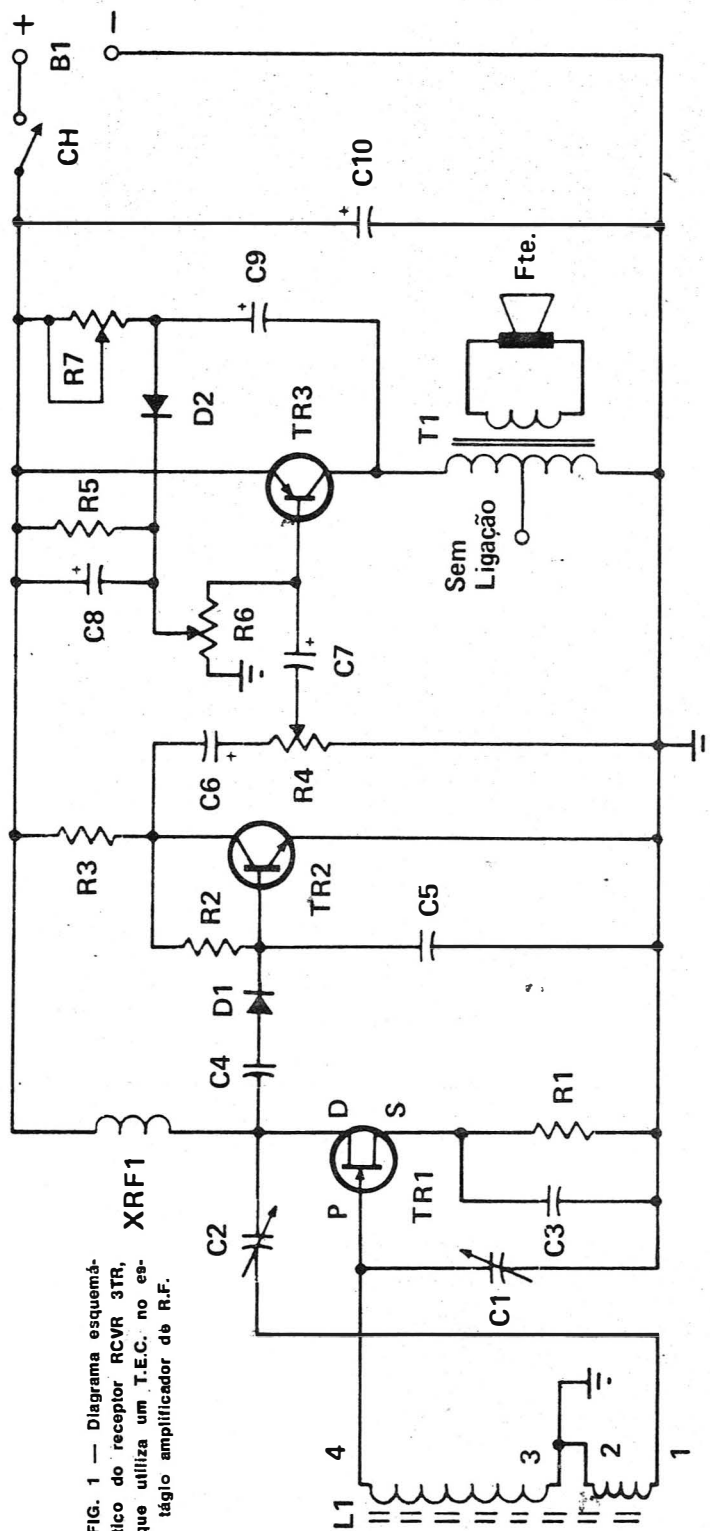



FIG. 1 — Diagrama esquemático do receptor RCVR 3TR, que utiliza um T.E.C. no estágio amplificador de R.F.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

TR1 — BF245 ou equivalente
TR2 — BC549 ou equivalente
TR3 — BC328 ou equivalente
D1, D2 — AA119 ou equivalente

Resistores (todos de 1/4 W, ± 5%)

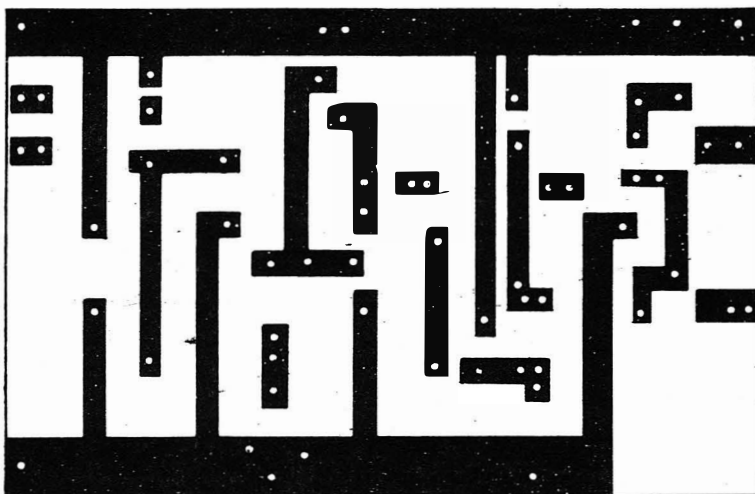
R1 — 1 kΩ
R2 — 2,2 MΩ
R3 — 4,7 kΩ
R4 — 4,7 kΩ, potenciômetro com chave
R5 — 470 Ω
R6 — 22 kΩ, potenciômetro-miniatura ("trim-pot")
R7 — 4,7 kΩ, potenciômetro-miniatura ("trim-pot")

Capacitores

C1 — 470 pF, capacitor variável plástico, tipo miniatura
C2 — 3 a 30 pF, compensador ("trimmer")
C3 — 0,1 μF, cerâmica, disco
C4, C5 — 4.700 pF, cerâmica
C6, C7, C8 — 4,7 μF, 16 V, eletrolítico
C9 — 3,3 μF, 16 V, eletrolítico
C10 — 220 μF, 16 V, eletrolítico

Diversos

T1 — Transformador de saída miniatura para rádios transistorizados
Fte. — Alto-falante com 5 cm e 8 Ω
CH — Chave conjugada ao potenciômetro R4
L1 — Bobina de antena com bastão de ferrita medindo 1 cm de diâmetro e 12 cm de comprimento
XRF1 — 1 mH, reator de filtro ("choke")
Suporte para quatro pilhas, caixa plástica, plaqueta de fenolita, fio, solda, etc.

FIG. 2 — Sugestão para o circuito impresso do receptor (lado cobreado).

que irá prover excitação adequada para o estágio de potência de áudio. Agindo-se sobre R4, podemos controlar o volume sonoro do receptor.

Tendo em vista manter bem baixa a solicitação de corrente das pilhas, adotamos um estágio de potência que tem seu transistor (TR3) submetido a uma polarização variável. Quando em ausência de sinal, TR3 é levado a uma região próxima ao corte. Com sinal, a polarização de base de TR3 aumenta, e este transistor passa a funcionar como amplificador em classe A. Esta polarização dinâmica é obtida por intermédio de D2, que realiza uma retificação em parte do sinal de saída. Com esta técnica, podemos usufruir das vantagens de um amplificador em classe A, mesmo assim mantendo a corrente das pilhas em um regime econômico. O potenciômetro-miniatura R6 ("trim-pot") determina a polarização fixa, enquanto que o potenciômetro-miniatura R7 ajusta a polarização dinâmica.

O acoplamento do sinal com o alto-falante é feito por intermédio de um transformador de saída (T1) do tipo miniatura comumente empregado em rádios portáteis. A derivação central do primário deste transformador deverá ficar sem ligação.

O interruptor geral da alimentação é conjugado ao potenciômetro de volume R4, ficando a cargo do eletrolítico **C10**, de 220 μF, **o desacoplamento da fonte** para sinais presentes **na linha de alimentação.**

Para facilitar a construção do receptor foi utilizada uma plaqueta de circuito impresso. Na Fig. 2 vemos a plaqueta pelo lado do cobre, enquanto que na Fig. 3 temos a disposição dos componentes sobre ela. Os componentes que devem ficar fora da plaqueta são: a bobina L1 com seu bastão de ferrita, o potenciômetro de volume R4 e o alto-falante.

A montagem deve iniciar-se com a soldagem de todos os resistores fixos, capacitores, os dois potenciômetros-miniatura (R6 e R7), capacitor variável compensador C2, reator XRF1 e transformador de saída T1.

Em seguida, passaremos aos semicondutores. Todo cuidado é pouco com eles: verifique se seus terminais vão estar em correspondência com o indicado no chapeado da Fig. 3, e utilize um soldador de pequena potência (30 W, no máximo) e ponta fina. Na Fig. 4 fornecemos a identificação dos terminais dos semicondutores utilizados.

A plaqueta de nosso protótipo pode ser vista na Foto I.

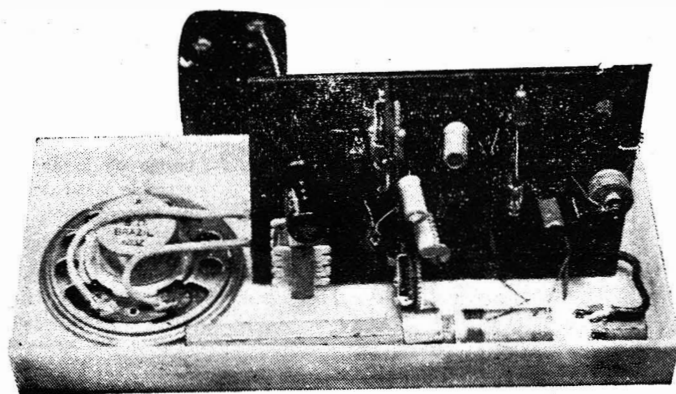



FOTO I — A plaqueta de circuito impresso, bem como os demais componentes, foram fixados à tampa da caixa.

FIG. 3 — Disposição dos componentes sobre a plaqueta de circuito impresso, e ligação desta com os demais componentes localizados no painel do receptor.

COMO FUNCIONA

Realimentação

Antena de ferrita e circuito sintonizado

R.F.

Amplificador de R.F. com T.E.C. e detector

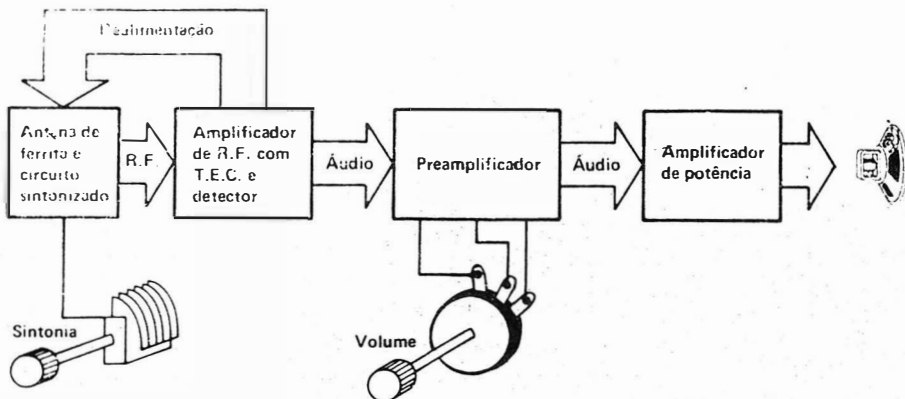
Áudio

Preamplificador

Áudio

Amplificador de potência

Sintonia

Volume

O funcionamento do receptor de ondas médias aqui apresentado é bastante simples.

Os sinais de R.F. são captados pelo bastão de ferrita que, desta forma, faz o papel de antena. Por intermédio de um indutor enrolado sobre o bastão de ferrita, juntamente com um capacitor variável, podemos sintonizar o circuito na freqüência de uma determinada estação comercial de OM.

O sinal sintonizado é então enviado a um estágio amplificador de R.F. que utiliza um transistor de efeito de campo (T.E.C.). À saída deste estágio, parte do sinal é enviada ao circuito de realimentação, ou regeneração, sendo reaplicado em fase à bobina de sintonia.

Após o amplificador de R.F., o sinal é detectado, e agora, já em freqüência de áudio, vai ter ao preamplificador, que eleva sua amplitude a um valor adequado para que o amplificador de potência possa excitar o alto-falante.

A caixa para o receptor deverá ser de plástico ou de madeira, para não blindar eletricamente a bobina de antena L1. Na Fig. 5 damos as dimensões ideais desta caixa.

Passemos, agora, às ligações dos demais componentes externos à plaqueta.

O bastão de ferrita com a bobina deve ser alojado na caixa em uma posição que faça ângulo de 90° com o reator XRF1, de forma a minimizar o mais possível o acoplamento indutivo entre estes componentes.

Em nosso protótipo, como podemos ver na Foto I, o alto-falante, o potenciômetro de volume, o capacitor variável de sintonia, o bastão de ferrita e a plaqueta foram fixados à tampa da caixa.

Na face externa da tampa (Fotos II e do cabeçalho) foram realizados orifícios no local onde o alto-falante é instalado, além de outros destinados aos parafusos para a fixação da plaqueta, eixos do potenciômetro de volume e variável de sintonia, bem como parafusos que prendem o falante.

AJUSTES

Terminada a montagem, faça uma revisão minuciosa de todas as ligações, verificando, em especial, se os terminais dos semicondutores e dos capacitores eletrolíticos se encontram corretamente ligados.

Isso feito, coloque quatro pilhas no suporte. Convém introduzir o suporte das pilhas em um saco plástico, não só para evitar curto-circuito como também para prevenir vazamentos.

Acione, então, o potenciômetro de volume até o máximo, e procure sintonizar uma estação. Se o sinal se apresentar muito fra-

FIG. 4 — Identificação dos terminais dos semicondutores utilizados nesta montagem.

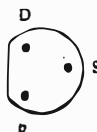
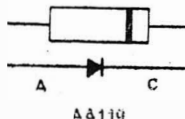
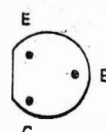
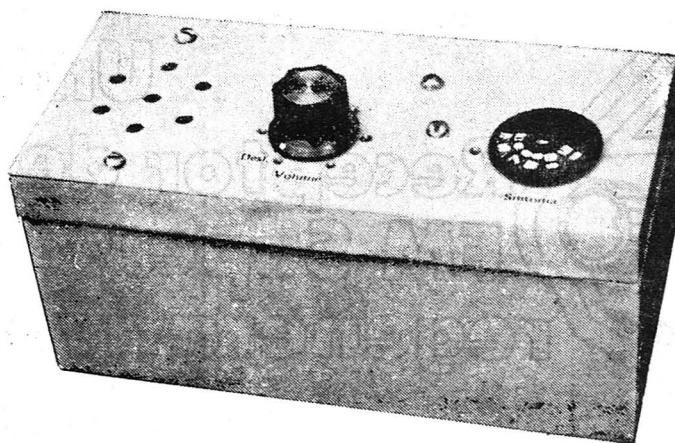
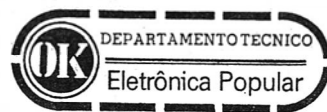



FOTO 11 — Aspecto do painel do RCVR 3TR. Os orifícios à esquerda permitem a passagem do som proveniente do alto-falante.

citação de corrente do circuito, que deve situar-se entre 10 e 15 mA. Se esta corrente for maior, volte a ajustar R6. Caso você verifique aquecimento em TR3, isto significa que R6 não se encontra corretamente ajustado.

co, ajuste o variável compensador ("trimmer") C2, usando uma chave de fenda. O volume deve aumentar bastante. Se surgirem apitos, que indicam ser a regeneração excessiva, afrouxe C2 um pouco. Caso o ajuste de C2 não surta efeito, é possível que o enrolamento 1-2 de L1 esteja ligado invertido. Neste caso, basta refazer esta ligação.

Com o rádio funcionando, diminua o volume e ajuste o potenciômetro-miniatura R6 para a melhor qualidade sonora. Feito isso, coloque o volume no máximo e ajuste R7 para a mínima distorção. Neste ponto, estão terminados os ajustes do receptor. Se você dispõe de um miliamperímetro, meça a soli-

O autor remeteu-nos, para aferição, o protótipo desta montagem. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

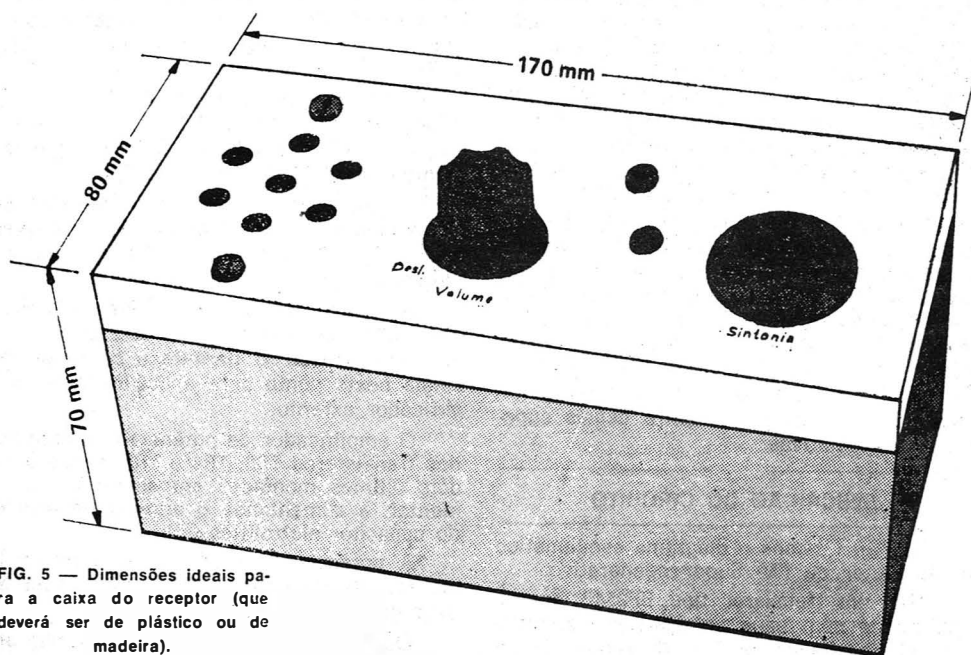
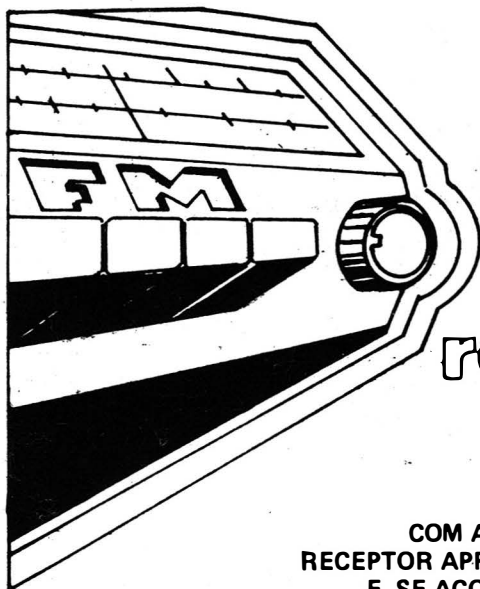



FIG. 5 — Dimensões ideais para a caixa do receptor (que deverá ser de plástico ou de madeira).

Um Receptor de FM Super-regenerativo

COM APENAS SEIS TRANSISTORES, ESTE RECEPTOR APRESENTA GRANDE SENSIBILIDADE E, SE ACOPLADO A UM DECODIFICADOR DE MULTIPLEX, É CAPAZ DE FORNECER SINAIS EM ESTEREOFONIA PARA UM AMPLIFICADOR EXTERNO.

O receptor de FM do tipo super-regenerativo que iremos descrever realmente surpreenderá a todos que o montarem, pois, não obstante o reduzido número de componentes que emprega, sua sensibilidade e desempenho são excelentes.

O circuito foi projetado para funcionar alimentado por uma tensão mais baixa que a do estágio de potência de áudio, de forma que pudéssemos estabilizá-la com um diodo zener. Tal providência justifica-se pelo fato dos receptores super-regenerativos serem sensíveis a variações na tensão de alimentação, que provocam instabilidade no estágio sintonizado e prejudicam a sensibilidade.

O protótipo foi acoplado a um decodificador de estereofonia, e revelou um funcionamento superior ao de um aparelho comercial anteriormente utilizado com esta finalidade. Devido à baixa sensibilidade do decodificador de multiplex, tivemos que acrescentar um preamplificador de dois estágios. Esta inclusão, entretanto, compensou largamente, pois a separação entre canais superou as expectativas.

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

Na Fig. 1 temos o diagrama esquemático do Receptor de FM Super-regenerativo.

TR1, um transistor tipo BF254B, forma, juntamente com seus componentes associados, um oscilador de R.F. A freqüência de oscilação do estágio é determinada por L1 e pelo capacitor variável C4, que permite cobrir a faixa de radiodifusão comercial de FM (88 a 108 MHz).

O estágio detector super-regenerativo formado por TR1 acha-se na configuração de emissor comum. O efeito regenerativo é proporcionado pelo resistor colocado entre coletor e base (R4), ficando o emissor ligado à massa por intermédio do reator de filtro XRF1.

O controle de regeneração é feito pelo potenciômetro-miniatura R1 e D1; C2 e C1 proporcionam a tensão estabilizada que alimenta o estágio de TR1 e de TR2.

Os sinais, já em áudio, são captados por R3 na junção C3, R2, L1 e enviados, por intermédio de C9, à base de TR2, que os amplifica.

Do coletor de TR2, os sinais são aplicados ao potenciômetro R9, que controla o volume. O jaque J1 permite a captação dos sinais neste ponto para aplicá-los a um amplificador externo.

O amplificador de potência é constituído dos transistores TR3, TR4 e TR5, sendo estes dois últimos montados em simetria complementar, e alimentando o alto-falante através do capacitor eletrolítico C15.

A potência de saída é de, aproximadamente, 450 mW sobre alto-falantes com bobina de 8 Ω de impedância.

Quatro pilhas de 1,5 V, em série, proporcionam os 6 V para alimentar o receptor,

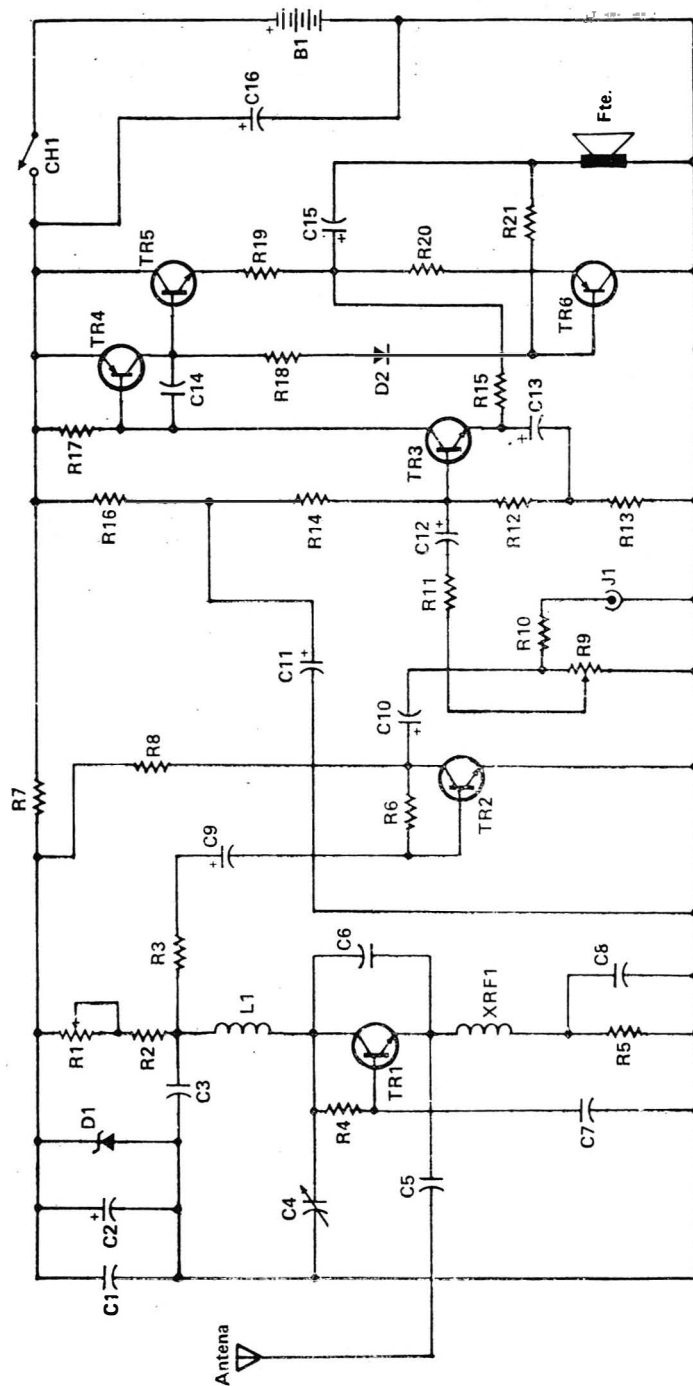



FIG. 1 — Diagrama esquemático do Receptor de FM Super-regenerativo.

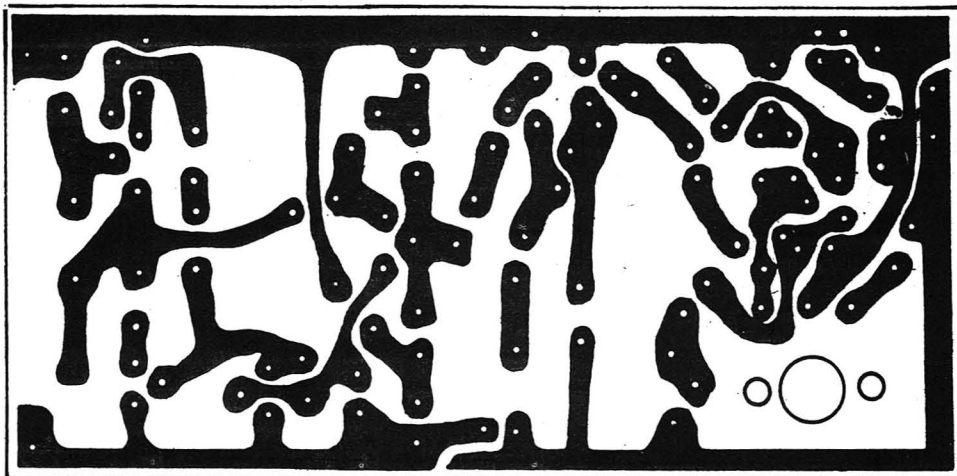



FIG. 2 — Sugestão para o circuito impresso do receptor.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

TR1 — BF254B ou equivalentes
TR2 — BC239
TR3 — BC238
TR4 — BC558
TR5 — BC338B
TR6 — BC328B
D1 — Diodo zener de 3,3 V, 400 mW
D2 — BA319, BA320 (Ibrape)

Resistores (¼ W, ± 10%)

R1 — 10 kΩ, potenciômetro-miniatura ("trim-pot")
R2, R15 — 1,5 kΩ
R3 — 6,8 kΩ
R4, R8, R10 — 22 kΩ
R5, R7 — 270 Ω
R6 — 1 MΩ
R9 — 22 kΩ, potenciômetro logarítmico
R11 — 12 kΩ
R12 — 820 kΩ
R13 — 18 kΩ
R14 — 470 kΩ
R16 — 56 kΩ
R17 — 18 kΩ
R18 — 82 Ω
R19, R20 — 10 Ω
R21 — 330 Ω

Capacitores

C1 — 0,1 μF, 250 V, poliéster metalizado
C2, C13 — 100 μF, 10 V, eletrolítico
C3 — 560 pF, cerâmica, disco
C4 — 150 pF, capacitor variável duplo para sintonia de rádios transistorizados (só utilizada uma seção). Dimensões: 20 mm de largura em cada lado (quadrado) por 12 mm de altura
C5 — 47 pF, cerâmica, disco
C6 — 10 pF, cerâmica, disco
C7 — 0,01 μF, 250 V, poliéster metalizado
C8 — 0,0015 μF, 250 V, poliéster metalizado
C9, C10, C12 — 2,2 μF, 6 V, eletrolítico
C11 — 22 μF, 6 V, eletrolítico
C14 — 120 pF, cerâmica, disco
C15 — 220 μF, 6 V, eletrolítico
C16 — 100 μF, 12 V, eletrolítico

Diversos

L1 — Quatro espiras de fio com 0,8 mm de diâmetro (20 AWG), diâmetro interno do enrolamento igual a 5 mm (veja texto)
XRF1 — Reator de R.F. Cerca de 100 espiras de fio com 0,4 mm de diâmetro (26 AWG) enrolados sobre um resistor de 1 MΩ, ½ W, de forma a cobri-lo totalmente (veja texto)
J1 — Conector-fêmea tipo RCA
B1 — 6 V (quatro pilhas de 1,5 V em série)
Fte. — Alto-falante com bobina móvel de 8 Ω e cone de 5 cm de diâmetro (2")

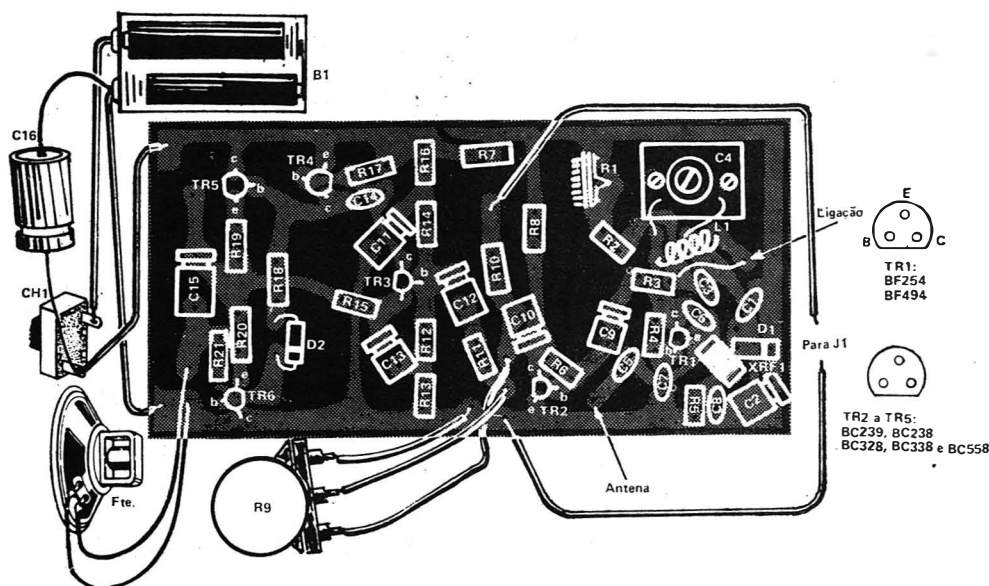



FIG. 3 — Disposição dos componentes sobre a plaqueta da Fig. 2.

ficando o desacoplamento desta tensão a cargo do capacitor eletrolítico C16.

MONTAGEM

Para montar o circuito do receptor utilizamos uma plaqueta de circuito impresso cujo desenho em dimensões reais aparece na Fig. 2.

Os dois componentes que devem ser "fabricados" pelo montador são a bobina L1 e o reator de filtro XRF1. A bobina é constituída de quatro espiras de fio com 0,8 mm de diâmetro (20 AWG), ficando o enrolamento com um diâmetro interno de 5 mm. O espaçamento entre espiras é determinado experimentalmente, afastando-se ou aproximando-se as espiras para tornar possível a cobertura de toda a faixa de FM comercial.

O reator XRF1 é feito enrolando-se cerca de cem espiras de fio esmaltado com 0,4 mm de diâmetro (26 AWG) sobre um resistor de 1 MΩ, ½ W, de forma a cobri-lo totalmente. As extremidades do fio devem ter o esmalte removido, e serão soldadas aos terminais do resistor, para aproveitar a rigidez dos mesmos.

Os componentes devem ser soldados à plaqueta seguindo-se a orientação dada pela Fig. 3. Os semicondutores são deixados para o final e, quando de sua soldagem, devemos prender seus terminais com um alicate de bico, ou 'garra-jacaré, para impedir que o calor os danifique.

AJUSTES

Quanto ao ajuste da regeneração, é necessário que, antes de se energizar o aparelho, o potenciômetro-miniatura R1 seja posicionado para sua máxima resistência. Feito isso, ligamos a antena ao receptor e aplicamos a alimentação, fechando CH1. O potenciômetro R1 deve, então, ser ajustado até que o receptor dê indícios de estar perto de entrar em oscilação, o que é caracterizado pelo aumento do chiado produzido pelo alto-falante. Quando isso acontecer, gira-se o capacitor variável buscando captar sinais de estações comerciais de FM. Caso o sinal recebido se mostre fraco, deve-se atuar sobre R1, para reforçar a regeneração. Entretanto, esse reforço não deve ser excessivo, pois se o estágio entrar em franca oscilação não haverá recepção de sinais.

A antena pode ser do tipo telescópico, comum, das usadas em rádios com faixa de ondas curtas. Se for empregada uma antena com maiores dimensões, como, por exemplo, uma antena externa instalada no telhado, o capacitor C5 deve ter seu valor reduzido, pois o receptor pode ficar saturado, distorcendo o sinal produzido no alto-falante, caso à entrada seja aplicado um sinal de R.F. de grande intensidade.

RECEPTOR DE AM SIMPLIFICADO

De circuito ideal para principiantes, este receptor permite a você desfrutar de bons momentos de prática de Eletrônica.

SEJA você um estudante ou simples entusiasta da eletrônica, decerto já pensou em montar um pequeno rádio. Muitos profissionais competentes têm iniciado a sua carreira em Eletrônica desta maneira.

Os primeiros rádios da década de 1920 eram de uma extrema simplicidade. Um dos tipos mais populares era o galena. A Fig. 1 mostra um dos circuitos típicos dessa época. Podemos ver que este circuito de receptor não necessita de uma tensão de alimentação. A própria energia captada pela antena é demodulada pela galena (D1) e o sinal transmitido pela emissora pode ser escutado no fone de ouvido. Desta maneira, quanto melhor for o sistema de antena, melhor será a recepção.

A galena era um cristal em que se encostava um fio fino ("bigode de gato"). Conforme o lugar onde este fio fazia contato, o sinal captado no fone era mais alto ou mais baixo. Qualquer trepidação do aparelho, que deslocasse o contato sobre o cristal, fazia baixar o volume ou até mesmo parar o radinho. Neste caso era necessário procurar um novo lugar de contato, que proporcionasse um volume satisfatório. Durante a escuta era necessário que reinasse um silêncio absoluto, a fim de não perturbar a audição, isto porque o volume sonoro era muito baixo.

Bem, assim nossos avós escutaram rádio. Hoje, as emissoras são mais potentes. Em lugar da galena, podemos empregar um transistor que, além de demodular, ainda amplifica o sinal, obtendo-se um volume sonoro muito maior. Em vez da incômoda instalação da antena e terra, a qual impede que o rádio seja portátil, empregamos um bastão de ferrita e, desta maneira, mesmo com um rádio de circuito simplíssimo, "como nos velhos tempos", podemos obter bons resultados.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Na Fig. 2 vemos o diagrama esquemático do nosso radinho. A bobina L1 é enrolada sobre uma barra de ferrita que, funcionando como antena, deve ter o maior comprimento possível, para se obter um bom rendimento do receptor. Tanto o número de esta-

FIG. 1 — Circuito básico de um rádio de galena típico. D1 era formado pelo cristal de galena.

ções sintonizadas como o nível de intensidade do sinal das mesmas é diretamente proporcional ao tamanho da ferrita.

O capacitor variável (C1), em conjunto com L1, forma um circuito ressonante que serve para selecionar as estações. Quanto menor a capacitância ajustada em C1, maior será a freqüência da estação sintonizada. O nosso rádio é capaz de receber sinais de emissoras entre 550 e 1.600 kHz, ou seja, a faixa de ondas médias.

A qualidade dos componentes empregados no circuito ressonante (L1 e C1) determina a seletividade do aparelho, isto é, evita, em maior ou menor grau, a "mistura" das estações; assim, os materiais isolantes usados neste setor devem ser de boa qualidade. Isto é principalmente

LISTA DE MATERIAL

Semicondutor

TR1 — BF245 ou equivalente

Resistor

R1 — 2,7 kΩ, 1/4 W, ± 10%

Capacitores

C1 — 300 pF + 300 pF, capacitor variável duplo (somente uma seção utilizada)
C2 — Capacitor de rastreio ("padder") comum
C3 — 0,47 μF, 250 V, poliéster metalizado
C4 — 2.200 pF, cerâmica, disco (veja texto)

Diversos

T1 — Transformador de saída para válvula 6AQ5 ou equivalente
J1, J2 — Jaque para fone (normalmente aberto)
CH1 — Interruptor duplo
B1 — Bateria de 9 V com conector
L1 — Bobina para ondas médias, com barra de ferrita, medindo 1 cm de diâmetro e 12 cm de comprimento (veja texto)
Fone de ouvido (veja texto), caixa plástica ou de madeira, ponte de terminais, um botão, fio, parafusos, solda, etc.

importante quando se mora próximo a uma emissora.

Uma vez selecionado o sinal, este é aplicado à porta (P) de TR1, um transistor de efeito de campo (T.E.C.), sendo retirado amplificado no dreno (D). O resistor no supridouro (S) determina a corrente quiescente do transistor. Em nosso caso, esta corrente encontra-se por volta de 300 μA. O valor exato dependerá da transcondutância (Gm) do transistor usado, a qual varia para transistores do mesmo tipo, ficando ao redor de 6,5 mA/V, conforme as especificações do manual do fabricante.

Para melhorar a sensibilidade e a seletividade, empregamos um elo de realimentação positiva, que consiste em injetar uma parte do sinal amplificado novamente no circuito de entrada. O nível de realimentação pode ser controlado pelo ajuste do capacitor C2.

Um outro componente vital nestes rádios simples é o fone de ouvido. Os melhores resultados são obtidos com fones magnéticos de alta impedância (4.000 Ω). Infelizmente este tipo de fone, muito usado antigamente, desapareceu da praça. As casas do ramo vendem somente fones de cristal e fones magnéticos de baixa impedância, do tipo miniatura. O melhor dos dois é o fone de cristal, cuja sensibilidade, superior ao fone magnético, permite-nos obter um maior vo-

FIG. 2 — Diagrama esquemático do receptor descrito no texto.

FIG. 3 — Chapeado do circuito da Fig. 2. CH1, J1, J2 e C2 devem ser fixados à caixa plástica que abrigar os componentes.

lume sonoro. Experimentamos um de fabricação nacional e outro japonês. O nacional deu melhores resultados. É sabido que os fones de cristal se estragam com o tempo por causa da umidade, e os fones nacionais são, geralmente, mais novos, e a eles deve ser dada preferência.

Como se pode verificar pelo diagrama da Fig. 2, o fone de cristal de alta impedância foi ligado em paralelo com o primário de T1.

Caso você não encontre o fone de cristal, ele poderá ser substituído pelo magnético, de baixa impedância, bastando, para tal, ligá-lo em paralelo com o secundário de T1, que se incumbirá de "casar" a baixa impedância do fone com a relativamente alta impedância de saída do transistor.

Como a impedância de saída de nosso circuito é de alguns milhares de ohms, usamos um transformador de saída para válvulas (6AQ5), que tem uma relação de espiras adequada e pode ser encontrado com facilidade. Antes de se escolher definitivamente o fone de ouvido a ser utilizado, talvez seja necessário experimentar mais de um tipo, dada a variação encontrada entre fones do mesmo tipo. Vale a pena ainda ressaltar que os dois jaques para os fones são do tipo normalmente aberto. Caso contrário, o aparelho não funcionaria.

C3 e C4 são capacitores de desacoplamento. C4 tem um valor mais ou menos crítico, podendo variar entre 1.000 e 2.700 pF. Em nosso caso, obtivemos os melhores resultados com 2.200 pF. Mas você poderá experimentar outros valores.

MONTAGEM

A montagem deve ser feita no interior de uma caixa plástica ou de madeira, pois se ela for metálica, formará uma blindagem para a antena (barra de ferrita), e o rádio não poderá funcionar. Em nosso protótipo usamos uma caixa medindo 6 X 10 X 15 cm.

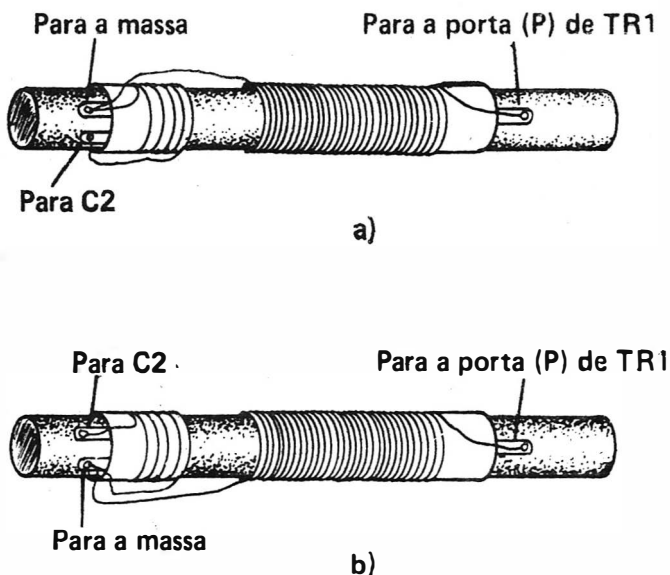



FIG. 4 — Uma destas duas maneiras de se ligar L1 (mostradas em a e b) permitirá um aumento do volume sonoro do receptor quando o parafuso de ajuste de C2 for apertado.

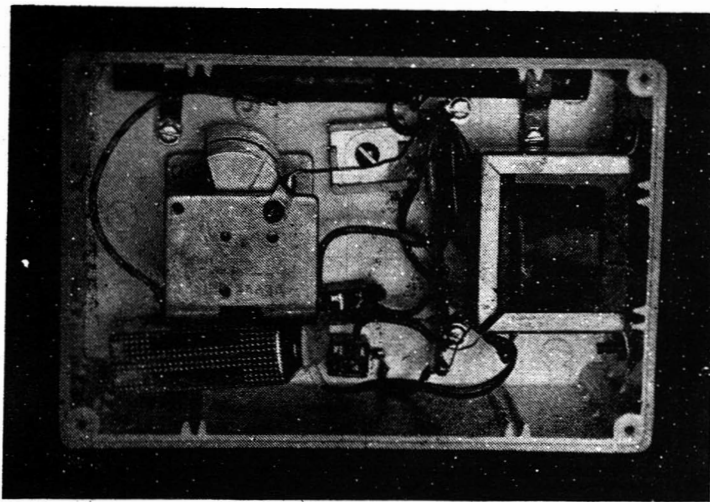



FOTO I — Disposição dos componentes no interior da caixa [illegible] no protótipo do Autor.

O Autor remeteu-nos, para aferição, o protótipo desta montagem. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

que pode ser vista na foto que ilustra o cabeçalho deste artigo.

Na Foto I a caixa do protótipo é mostrada aberta, permitindo observar a disposição dos componentes dentro dela. Como pode ser visto, a barra de ferrita deve ser fixada horizontalmente. Em nosso "radinho", ela mede 12 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro. Na Fig. 3 temos uma visão mais clara de como foi realizada a montagem.

AJUSTES

Terminada a montagem, faça ainda uma boa revisão contra o diagrama da Fig. 2 e o chapeado da Fig. 3, para certificar-se de que tudo está correto. Especialmente, verifique se o capacitor C2 se encontra em curto-circuito, pois, se assim for, fatalmente a bateria se descarregará.

Feito isso, ligue uma bateria de 9 V no conector, e encaixe um fone de ouvido no jaque correspondente. A seguir ligue CH1, afrouxe o parafuso de ajuste de C2 e procure sintonizar uma estação, girando o capacitor variável C1. Caso você more em apartamento, faça a sintonia próximo à janela. Ao captar uma estação, gire a caixa do rádio até obter o máximo volume sonoro, e deixe-a nesta posição, pois a barra de ferrita é direcional, e a captação depende do ângulo da mesma em relação ao ponto geográfico da estação.

Das emissoras que você conseguir sintonizar, escolha aquela cuja recepção for mais fraca; ajuste C2 até obter o máximo volume sem regeneração ("apitos"). Se for preciso apertar o parafuso de ajuste de C2 ao máximo, e mesmo assim a regeneração não for atingida, então troque o capacitor de desacoplamento (C4) por outro de valor um pouco menor. Se ao apertar o parafuso de C2 o volume diminuir, é sinal de que o enrolamento da realimentação em L1 foi ligado ao contrário. Compare a ligação realizada em seu receptor com as apresentadas na Fig. 4. A ligação correta será aquela que permitir o aumento do volume quando o parafuso de C2 é girado para a direita. Feito isto, estão encerrados os ajustes e seu "radinho" está pronto para entrar em funcionamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nosso protótipo conseguimos captar seis emissoras, sendo duas com volume forte e quatro com volume aceitável. Entretanto, como a recepção dependerá da localização do aparelho, ela poderá ser melhor que a nossa. Se você mora no interior, talvez somente a emissora local seja captada. Mas, fazendo a presente montagem, você terá a oportunidade de praticar um bocado de Eletrônica! ⊙

BRINCANDO DE CORUJA

Um conversor O.C./O.M. simples para 7 MHz.

MUITOS amadores começam a tomar gosto pelo Radioamadorismo corujando as faixas, e uma das mais preferidas é a dos 40 metros. O problema mais comum a estes iniciantes está no equipamento de recepção, por vezes bastante caro, nem sempre acessível ao bolso de todos. Uma das soluções mais comuns é o conversor associado ao receptor de O.M. Assim sendo, elaboramos um conversor que, acoplado a um receptor comum

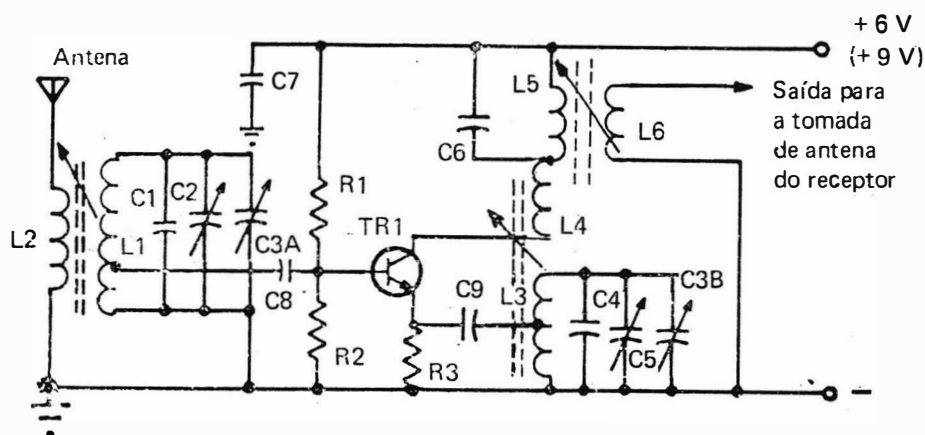



FIG. 1 — Diagrama esquemático do conversor para 7 MHz.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

TR1 — BF255 ou equivalente

Resistores (todos de ¼ watt, 10% de tolerância)

R1 — 22 kΩ
R2 — 3,3 kΩ para 6 V ou 2,2 kΩ para 9 V
R3 — 1 kΩ

Capacitores

C1, C4 — 150 pF, mica (de preferência mica prateada)
C2, C5 — 3-30 pF, compensador com dielétrico de ar
C3 — Ver texto
C6 — 22 pF, mica
C7 — 0,047 μF, poliéster metalizado
C8, C9 — 0,001 μF, mica

Diversos

L1, L2, L3, L4, L5, L6 — Ver texto
Fio blindado, fio rígido, conectores de antena, solda, etc.

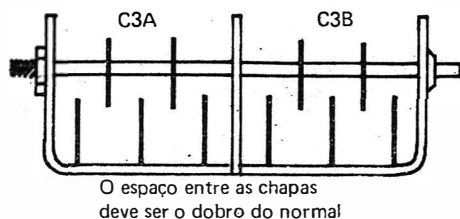
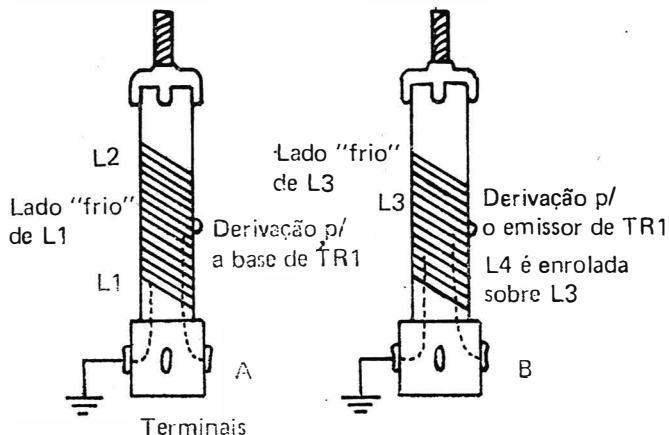



FIG. 2 — Para C3 usamos um variável do qual retiramos algumas placas. Maiores detalhes podem ser obtidos no texto.

"depenado" de maneira a deixar duas chapas móveis e três fixas em cada seção, com espaçamento duplo entre as chapas (Fig. 2). Como o valor deste capacitor não é tão crítico, quem tiver algum já "depenado" poderá experimentá-lo. O único inconveniente poderá ser o de não se conseguir um bom "espalhamento" pela faixa toda e uma conseqüente dificuldade na sintonia.

Os indutores deverão ser confeccionados pelo próprio montador, à exceção de L5, que é uma unidade produzida comercialmente. Vejamos então como confeccioná-los.

FIG. 3 — A) Montagem do enrolamento de L1/L2. B) Montagem do enrolamento de L3/L4.

de onda média ou ao rádio do carro, servirá como um bom "quebra-galho", proporcionando uma boa recepção dos 40 metros.

Visando este tipo de aplicação, calculamos o circuito para ser alimentado com tensões de 6 e 9 V que poderão ser extraídas do próprio receptor, face ao baixo consumo apresentado.

O circuito (mostrado na Fig. 1) é bastante simples, dispensando maiores comentários, visto ser um conversor de tipo convencional. A freqüência de saída é de 1.500 kHz, para a qual deverá estar sintonizado o receptor de O.M. utilizado com o conversor. A saída do conversor deverá ser aplicada diretamente à tomada de antena do receptor.

MONTAGEM

A montagem é simples, não havendo praticamente nada de crítico. Deve-se, contudo, observar os preceitos adotados para qualquer circuito de R.F., ou seja, ligações com fio rígido, bem curtas, evitando-se curvas e acoplamentos indesejáveis. A entrada e a saída deverão ser blindadas, usando-se para isto cabo coaxial.

O capacitor C3 (A e B) poderá ser obtido a partir de um variável de duas seções, do tipo comumente usado em receptores,

L1 e L2 deverão ser enroladas sobre a mesma fôrma com 7 mm de diâmetro e núcleo ajustável de ferrita, que poderá ser obtida a partir de uma bobina de F.I. convencional. A disposição para os enrolamentos sobre a fôrma deverá ser a mostrada na Fig. 3A. Para L1 enrolaremos 19 espiras unidas de fio nº 24 AWG ($\phi = 0{,}55$ mm) com derivação para a base de TR1 na 6ª espira a partir do lado "frio" (massa) da bobina. L2, que faz o acoplamento da entrada de antena, é constituída de 5 espiras unidas de fio esmaltado nº 28 AWG ($\phi = 0{,}35$ mm) enroladas a uma distância de cerca de 1 mm do lado "frio" de L1.

Assim como L1 e L2, L3 e L4 também serão enroladas sobre a mesma fôrma (Fig. 3B), que é de tipo idêntico ao usado para as anteriores. Para L3 adota-se enrolamento cerrado de 18 espiras com fio nº 24 AWG ($\phi = 0{,}55$ mm) e derivação na 5ª espira a partir do lado "frio", para o emissor de TR1. L4, que é o acoplamento para o coletor de TR1, é constituída de 8 espiras de fio nº 28 AWG ($\phi = 0{,}35$ mm) enroladas sobre L3. Esta última deverá ser sintonizada em 8.500 kHz.

Para L5 utilizamos uma bobina de antena para onda média (do tipo "Supertena" ou

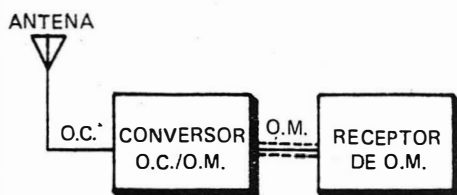



FIG. 4 — Ligação do conversor ao receptor de O.M.

uma bobina de quadro Solhar) sintonizada em 1.500 kHz. L6 será constituída de algumas espiras (o número não é crítico) de fio fino (nº 28 AWG; ϕ = 0,35 mm, por exemplo) enroladas sobre L5.

Os demais componentes são os comuns a este tipo de montagem, não merecendo, portanto, maiores comentários.

AJUSTES E OPERAÇÃO

Com os indutores previamente calibrados, e adotando-se componentes com os valores especificados na lista de material, não deverá haver problemas quanto ao funcionamento do conversor. Talvez seja necessário um pequeno retoque decorrente da montagem, o que poderá ser feito com o recurso de um gerador de sinais e um voltímetro eletrônico. Aliás, o gerador de sinais será indispensável na hora de confeccionarmos o mostrador. Quanto maior for o número de pontos levantados maior será a precisão da leitura para se determinar a freqüência sintonizada.

A operação é simples: fazemos a ligação entre a saída do conversor e a entrada de antena do receptor de O.M. o mais curta possível e com fio blindado (Fig. 4). O receptor ficará com a sintonia fixada em 1.500 kHz, não devendo mais ser alterada. A sintonia passa a ser feita através de C3 do conversor.

Pronto todo o conjunto e associado a uma boa antena, temos certeza de que o "coruja" iniciante irá ter imenso prazer com boas escutas. ⦿

Ref. 44-4512 — Morais Jr., Jaime G. — Técnicas de TV, Um Curso Prático de Reparações em Televisores Acromáticos — Obra completa de TV-acromática para Reparadores, Videotécnicos e Estudantes

Uma Obra Especialmente Dedicada a Reparadores, Videotécnicos e Estudantes.

Obra completa abordando todos os estágios que compõem os modernos televisores acromáticos transistorizados:

- A Deflexão Vertical
- Varredura Horizontal e Alta Tensão
- Fontes de Alimentação
- Amplificador de Vídeo
- Cinescópios Acromáticos
- O Sinal de Vídeo
- Canal de Som
- Sincronismo
- Sistema de CAG
- Antenas
- Receptor de TV
- Seletor de Canais
- Amplificador de FI e Detector de Vídeo

Além disto, apresenta ainda toda uma parte prática abrangendo os seguintes itens:

- TV-Sintomas & Remédios
- Técnicas de Reparação

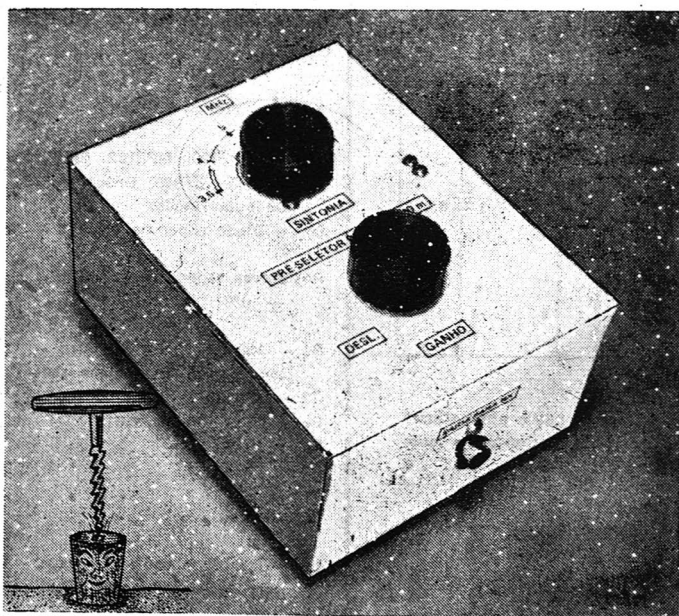
Onde são fornecidos roteiros completos para a reparação de televisores.

DISTRIBUIDORES

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

Atendimento Postal: C.P. 1131 — Rio de Janeiro, RJ CEP 20001

Rio de Janeiro: Av. Mal. Floriano 143 — Sobreloja Fone: (021) 223-2442

São Paulo: Rua Vitória 379/383 Fone: (011) 221-0683

Seu receptor (caseiro ou comercial) apresenta baixa sensibilidade e pouca rejeição de imagens? Este pré-seletor simples e econômico é a solução: tirará "do fundo do poço" os sinais DX tanto em 80 como em 40 metros e faixas intermediárias.

O "SACA-ROLHAS"

O dispositivo que ora descrevemos melhorará muito a sensibilidade e a rejeição de imagem dos receptores super-heterodinos mais simples, em geral deficientes quanto a estas características. Igualmente, permitirá que certos receptores de conversão direta, conhecidos por sua baixa sensibilidade, possam operar mais satisfatoriamente. É, portanto, uma útil aquisição para o radioamador e para o radioescuta, atuando nas faixas de maior interesse para os novatos: 80 e 40 metros.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O aparelho é basicamente, um amplificador de R.F., para ser instalado entre a antena e o receptor em uso na estação. Para evitar sobrecarga do receptor com estações fortes, foi incluído um controle de ganho, para permitir ajustar manualmente o ganho de recepção, característica interessante quando se utilizam receptores de conversão direta, os quais não possuem um controle de ganho automático.

Na Fig. 1 temos o diagrama esquemático do pré-seletor. Devido ao baixo consumo (2,5 mA), é alimentado com seis pilhas pequenas em série (9 V), que duram muito tempo. Poderá, também, utilizar alimentação externa, aplicando-se de 9 a 12 V ao jaque J3; neste caso, o consumo subirá para 20 mA, já que entra em ação o circuito estabilizador de tensão, cujo principal elemento é o diodo zener D1.

O conjunto T1 / C1 tem sua ressonância ajustada para a freqüência de operação. O resistor R3 atua como supressor de parasitas (seu valor pode ser aumentado, se necessário). A amplificação do sinal está a cargo de TR1, que é um transistor tipo MOSFET de porta dupla isolada. Suas portas são protegidas por diodos internos, de modo que sinais fortes de R.F. não danificam o transistor. A porta 1 (P1) é polarizada automaticamente pelo resistor de supridouro R4.

O ganho do amplificador é regulado pela variação da tensão da porta 2 (P2), através do potenciômetro R1. O ganho máximo depende da transcondutância (Gm) do transistor adquirido. O acoplamento com o receptor é feito aperiodicamente através de T2, em saída de baixa impedância.

MONTAGEM

É simples e, para o principiante, é importante observar a disposição dos componentes e o traçado do circuito impresso. A chapa mede 7,5 x 5,0 cm e sua furação está mostrada na Fig. 2 pela face cobreada. Depois de pronto o circuito impresso, soldam-se todos os componentes de acordo com o diagrama esquemático e o chapeado da Fig. 3.

Para confeccionar T1 foi utilizada a fôrma de um transformador de F.I. de som de um televisor, se bem que qualquer fôrma com 7 mm de diâmetro e com núcleo de ferrita servirá perfeitamente. É importante conservar o caneco de blindagem desta bobina, para evitar regeneração.

T2 é enrolado sobre um núcleo de balum de TV, que pode ser adquirido no comércio ou retirado de um velho seletor de canais. Os detalhes construtivos de T1 e T2 são dados na Fig. 4.

O capacitor variável pode ser qualquer tipo de duas seções para ondas médias, tanto de tipo metálico como com carcaça de plástico. As duas seções devem ser ligadas em paralelo.

Utilize um soldador de pequena potência para soldar os componentes, especialmente o transistor (TR1), que é muito sensível ao calor. Na Fig. 5 temos a identificação dos terminais de D1 e TR1, que são os semicondutores desta montagem.

A plaqueta foi fixada no interior da caixa por meio de uma chapinha dobrada em "L". As di-

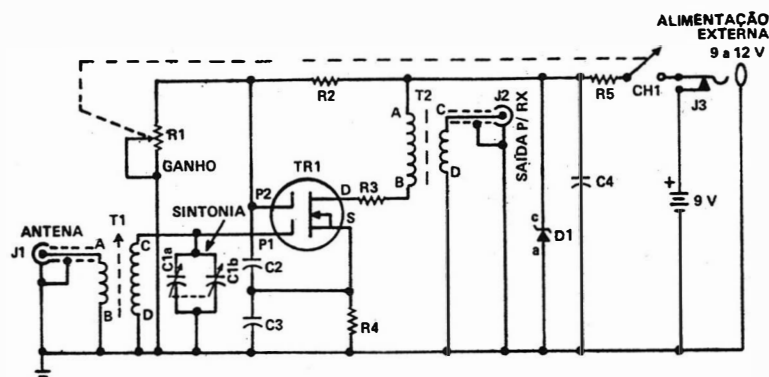



FIG. 1 — Diagrama esquemático do "Saca-Rolhas". Vemos que a alimentação pode ser fornecida por uma fonte externa ou por um conjunto de seis pilhas em série, perfazendo 9 V.

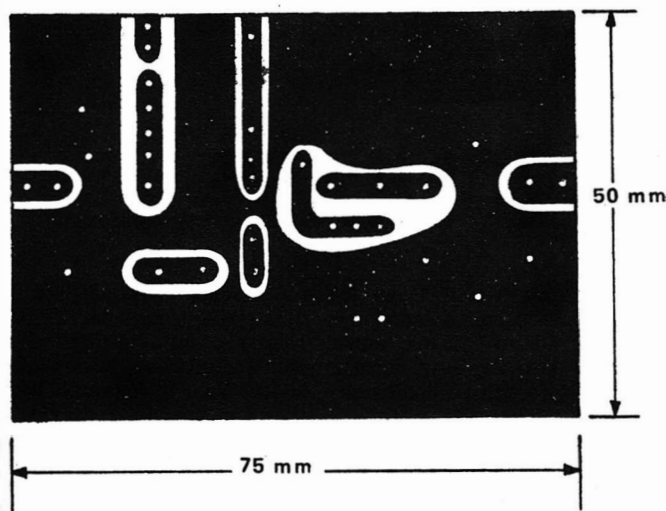



FIG. 2 — Face cobreada da plaqueta de circuito impresso empregada no pré-seletor.

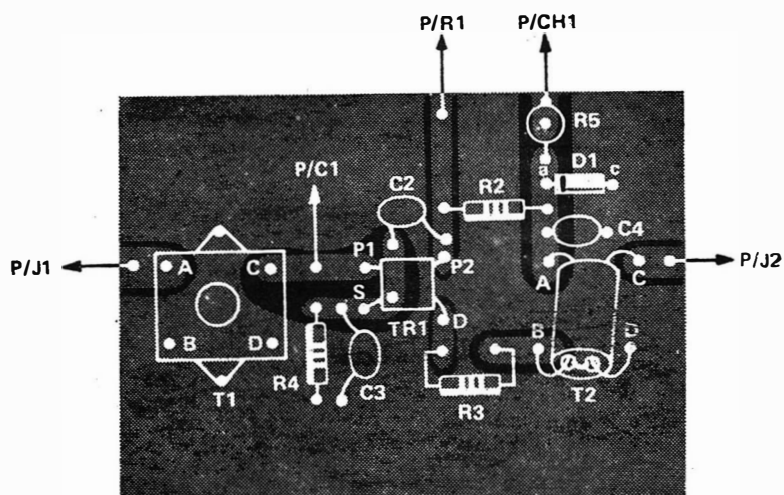



FIG. 3 — Disposição dos componentes sobre a plaqueta da Fig. 2. C1, J1, J2, J3 e R1 foram fixados na caixa do aparelho, portanto não aparecem nesta figura.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

TR1 — MPF120, MPF122, MFE121, MFE122, BF900, BF981, 40673, ou equivalentes
D1 — Diodo zener de 9 V, 0,5 W

Resistores (todos de 1/4 W, ± 10%)

R1 — 100 kΩ, potenciômetro logarítmico com chave (CH1)
R2 — 220 kΩ
R3 — 10 Ω (veja texto)
R4 — 100 Ω
R5 — 150 Ω

Capacitores

C1 — 600 pF, capacitor variável com duas seções de 300 pF, ligadas em paralelo (ver texto)
C2, C3 e C4 — 0,1 μF, cerâmica, disco ou poliéster

Diversos

T1 — veja texto e Fig. 4
T2 — veja texto e Fig. 4
CH1 — interruptor simples, acoplado a R1
Fôrma de bobina de TV (veja texto), núcleo de balum de TV (veja texto), tomadas, suporte para seis pilhas pequenas (veja texto), caixa, plaqueta de fenolita cobreada, fio, solda, etc.

mensões da caixa de alumínio ou ferro são de 13 x 10,5 x 6 cm. Nela são fixados o capacitor variável, o potenciômetro R1 e as tomadas J1, J2 e J3. Veja Fotos I, II e III. A Foto III mostra o aspecto do painel frontal. Todas as precauções devem ser tomadas para isolar o circuito da caixa a fim de evitar eventuais curtos-circuitos.

Depois de feita uma completa verificação das conexões, aplique uma camada de breu dissolvido em álcool sobre a face cobreada da plaqueta, o que dará proteção e bom acabamento.

UTILIZAÇÃO

Conecte o pré-seletor entre uma boa antena e o receptor, como mostra a Fig. 6. É importante que as conexões de entrada e de saída sejam feitas com cabos

O protótipo deste pré-seletor foi experimentado pelo nosso prestimoso e competente colaborador PY1MHQ, Rhony, que aprovou "com louvor" o projeto de HB9HW. E foi justamente a aptidão de o pequeno aparelho arrancar sinais "do fundo do poço" que inspirou o "codinome" **Saca-Rolhas.** Agradecemos ao autor e a PY1MHQ a oportunidade de ajudar muitos radioamadores (especialmente os novatos, ainda com pouco QSJ...) a melhorarem com diminuto dispêndio a sua recepção das duas faixas por eles mais utilizadas: 80 e 40 metros.

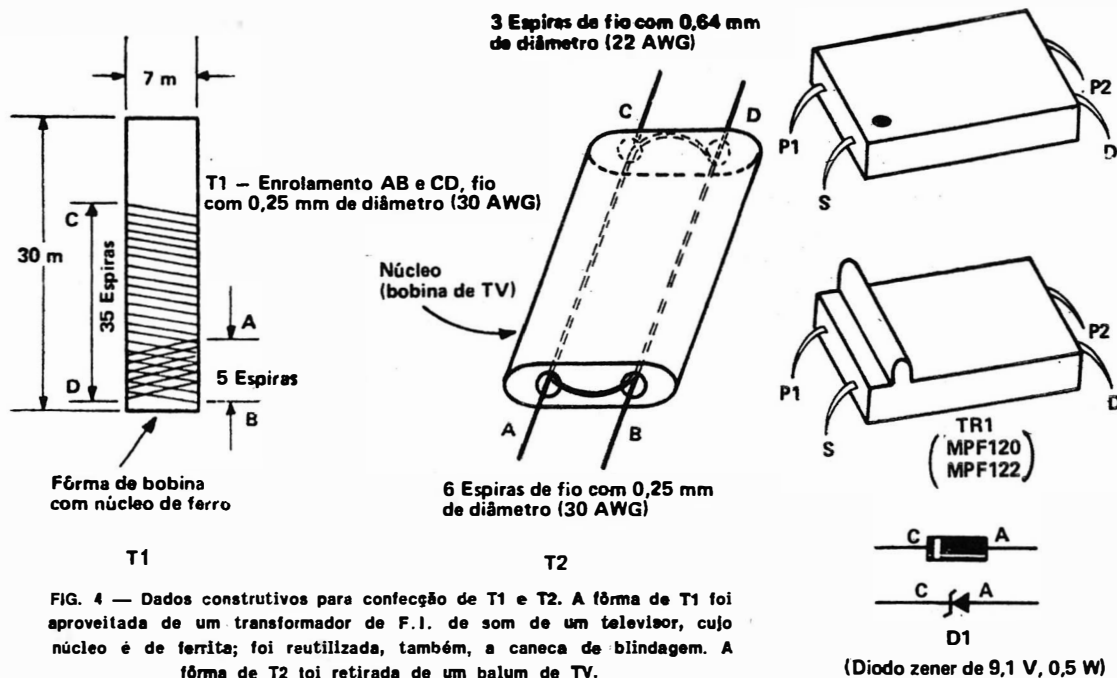
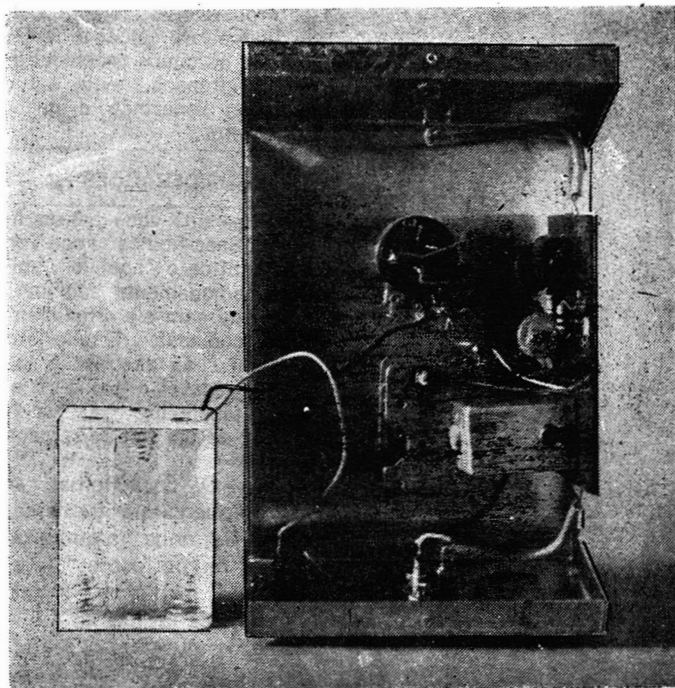



FIG. 4 — Dados construtivos para confecção de T1 e T2. A fôrma de T1 foi aproveitada de um transformador de F.I. de som de um televisor, cujo núcleo é de ferrita; foi reutilizada, também, a caneca de blindagem. A fôrma de T2 foi retirada de um balum de TV.

FIG. 5 — Identificação dos terminais dos semicondutores (TR1 e D1) usados nesta montagem.

coaxiais ou cabos blindados. Sintonize uma estação na faixa dos 40 metros com R1 ajustado para ganho máximo e varie o valor de C1 até obter o máximo volume na recepção. Faça o mesmo com uma emissora próxima dos 3,5 MHz. Se não for possível obter volume máximo com o ajuste de C1, retoque o núcleo de T1. Com estes ajustes deve ser possível cobrir a faixa de 3,5 e 7,3 MHz facilmente.

A finalidade de R3 é prevenir oscilações parasitas. Assim, se houver algum problema de rege-

FOTO I — O "Saca-Rolhas" foi alojado em uma caixa de alumínio medindo 13 x 10,5 x 6 cm. A plaqueta foi montada verticalmente. Podemos ver também a caneca de blindagem de T1. O espaço existente no lado esquerdo dentro da caixa destina-se ao suporte de pilhas.

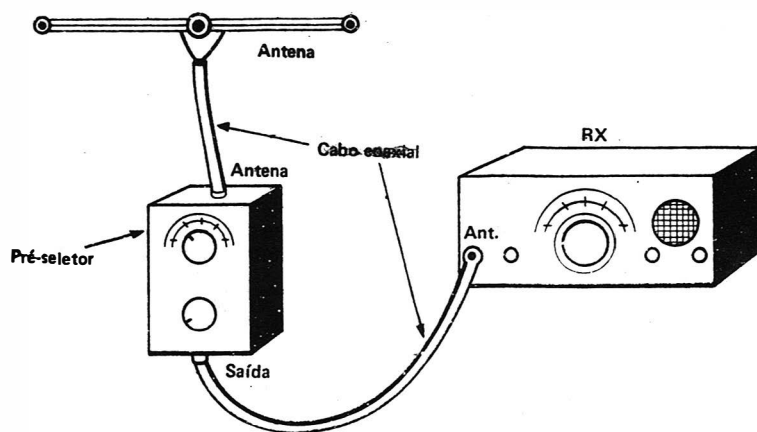



FIG. 6 — O pré-seletor é instalado entre a antena e o receptor através de cabos coaxiais ou cabos blindados.

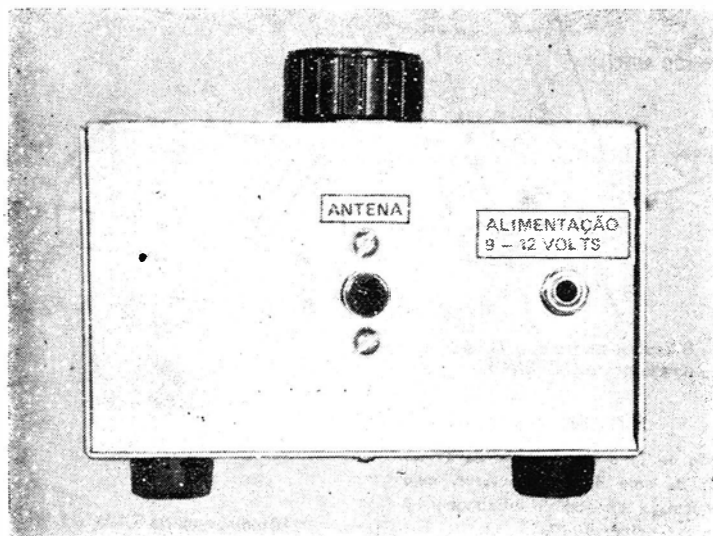



FOTO II — Em uma das faces laterais da caixa podemos ver como foram dispostos J1 (antena) e J3 (alimentação externa). J2 (saída para RX) foi fixado no lado oposto. Na foto também podemos observar R1 (ajuste de ganho e interruptor geral — CH1).

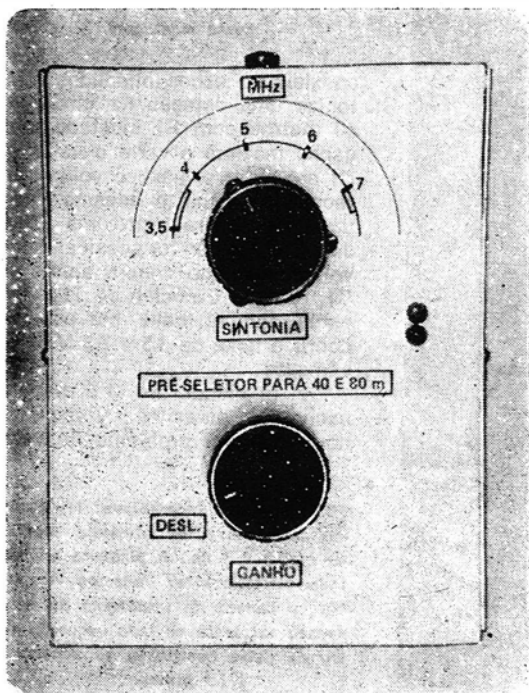



FOTO III — Aspecto do painel frontal do pré-seletor.

neração (oscilação), bastará aumentar um pouco o valor de R3.

A sintonia do pré-seletor não é crítica. Assim, quando, por exemplo, estivermos operando na subfaixa de CW dos 40 metros basta ajustar para máximo ganho no meio deste segmento da faixa (7.025 kHz), para que o pré-seletor proporcione melhor recepção ao longo de toda a subfaixa. Quando os sinais recebidos forem muito intensos, evite saturar o receptor, reduzindo o ganho do pré-seletor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Logo que você passar a utilizar o "Saca-Rolhas" você verá que ele justifica o "apelido", pois tornará comodamente audíveis estações que sem ele dificilmente seriam "copiadas". E tudo isto com pequeníssima despesa e mediante o agradável trabalho de montagem facilmente realizado pela manhã de um fim-de-semana.

N.R. — O "Saca-Rolhas" atuará nas freqüências entre cerca de 3 e 9 MHz, onde há numerosas estações radiodifusoras de ondas curtas. E mediante alteração no número de espiras de T1, sua faixa de atuação poderá ser modificada.

Com um único transistor comum e mais uns poucos componentes que poderão ser obtidos até na sucata, você montará este simples transmissorzinho de FM!

COMO principiante em Eletrônica, dou muito valor às montagens simples e fáceis de serem realizadas, e, dentre estas, particularmente as de transmissores de pequena potência, os chamados "microfones sem fio".

Em vista disso, estou sempre experimentando um circuito ou outro, realizando modificações aqui e ali, de forma a obter os melhores resultados. De tais experiências nasceu o transmissor objeto deste artigo, que se caracteriza pela facilidade de montagem. Em meu protótipo **utilizei unicamente componentes de sucata!**

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

Como vemos na Fig. 1, o circuito é extremamente simples: um único transistor (TR1) fazendo parte de um estágio oscilador. O transistor que utilizei foi o BF494. Entretanto, podem ser empregados outros, como o BF254 ou o BF184, todos fornecidos pela Ibrape e de aquisição facílima.

L1 e C1 constituem o circuito sintonizado do transmissor, e o sinal de saída é captado diretamente do coletor de TR1 e aplicado à antena, constituída por um pedaço de fio rígido encapado medindo cerca de 15 cm.

O oscilador gera um sinal com freqüência em torno de 96 MHz e sua modulação é feita em freqüência por um estágio também bastante simples: um alto-falante comum, com bobina de 8 Ω e cone de 5 cm (2"), converte o som em sinal elétrico que, após ser aplicado a um transformador para obter um casamento de impedâncias adequado, é aplicado ao oscilador por intermédio do capacitor eletrolítico C5.

A alimentação está a cargo de duas pilhas de 1,5 V, em série, sendo desacoplada pelo eletrolítico C6.

MONTAGEM

Em vista do pequeno número de componentes empregados no transmissor, eles puderam ser comodamente montados sobre uma ponte de terminais, utilizando seus próprios lides para realizar as ligações. A Foto I dá uma idéia de como ficou o protótipo.

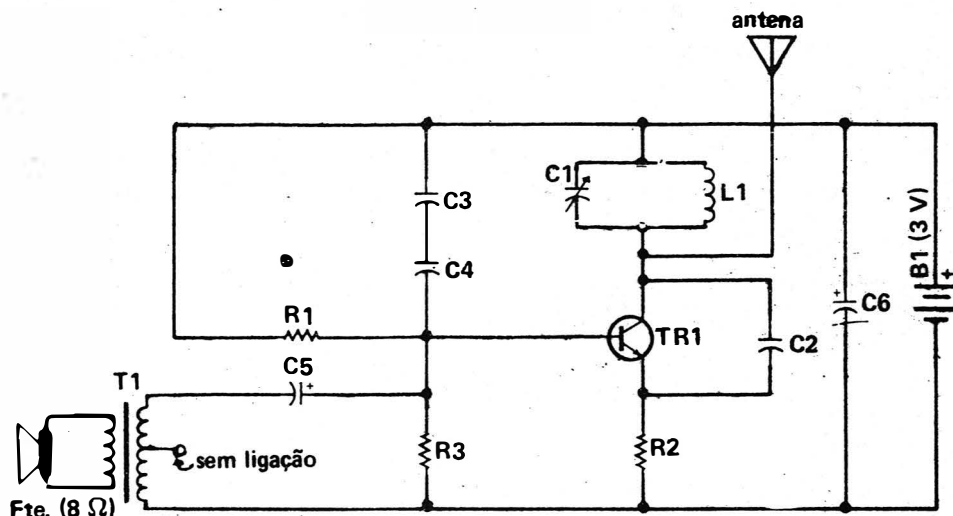



FIG. 1 — Diagrama esquemático do transmissor de FM, que poderá ser montado com componentes obtidos de sucata.

LISTA DE MATERIAL

Transistor

TR1 — BF494 (veja texto)

Resistores (¼ W, ± 10%)

R1 — 4,7 kΩ
R2 — 82 Ω
R3 — 6,8 kΩ

Capacitores

C1 — 3-30 pF, capacitor compensador ("trimmer")
C2 — 10 pF, cerâmica, disco
C3, C4 — 0,1 μF, cerâmica ou poliéster metalizado
C5 — 4,7 μF, 6 V, eletrolítico
C6 — 50 μF, 6 V, eletrolítico

Diversos

L1 — Veja texto
B1 — Duas pilhas pequenas de 1,5 V, em série
T1 — Transformador de saída miniatura, para rádios transistorizados portáteis (veja texto)
Fte. — Alto-falante de 8 Ω

A bobina L1 é confeccionada com fio rígido de 1,2 mm de diâmetro (16 AWG), encapado. O enrolamento é auto-suportado, sendo feitas quatro espiras unidas, com diâmetro interno de 0,8 cm.

T1 é um transformador de saída miniatura, utilizado em rádios portáteis transistorizados. O secundário de 8 Ω é empregado como primário, ficando ligado aos terminais do alto-falante; o enrolamento originalmente usado como primário passa a constituir o secundário, ficando a derivação central sem ligação. O chapeado da Fig. 2 mostra como ficaram dispostos os componentes ao longo da ponte de terminais.

CALIBRAÇÃO

O ajuste da freqüência de transmissão é feito agindo-se sobre o capacitor compensador ("trimmer") C1.

Como já mencionei, o transmissor produz um sinal em torno de 96 MHz. Deve-se, então, sintonizar um receptor de FM nesta freqüência e, atuando em C1, procurar captar, com o receptor próximo ao transmissor, o "sopro" característico.

Se entre os pontos de capacitância mínima e máxima de C1 não for possível transmitir na freqüência desejada, ou se esta já estiver ocupada por uma emissora comer-

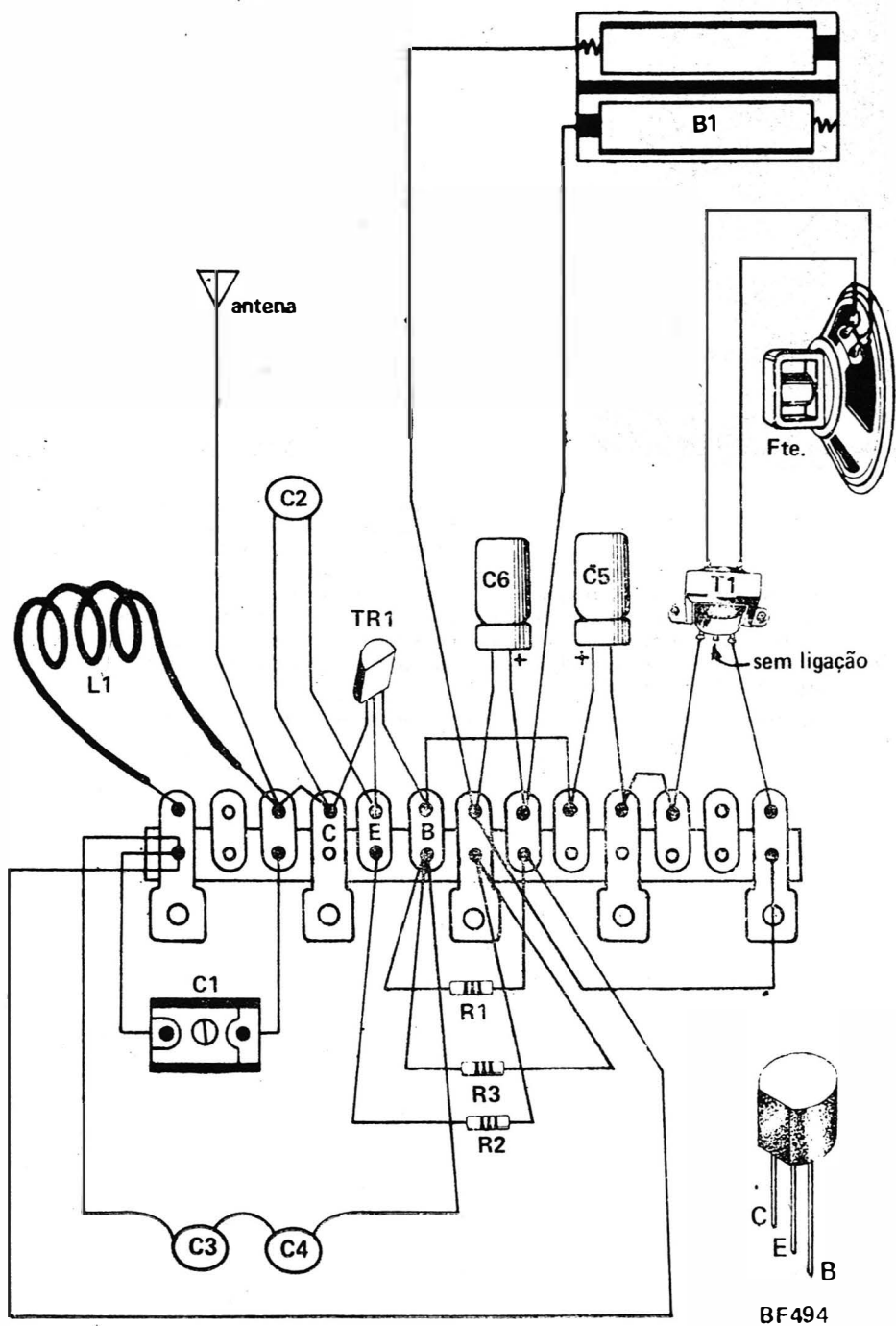



FIG. 2 — Devido ao pequeno número de componentes, o transmissor pôde ser montado utilizando uma ponte de terminais. A armadura interna do compensador C1 deve ser ligada ao coletor de TR1.

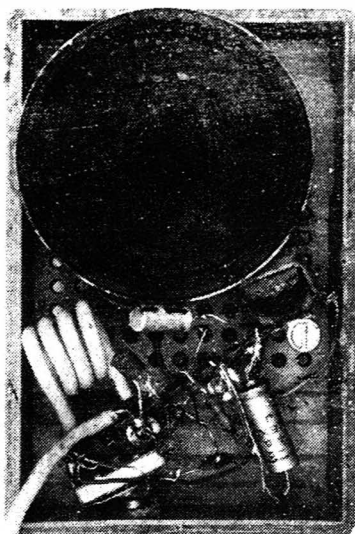
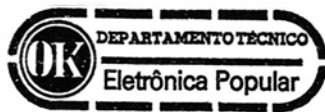
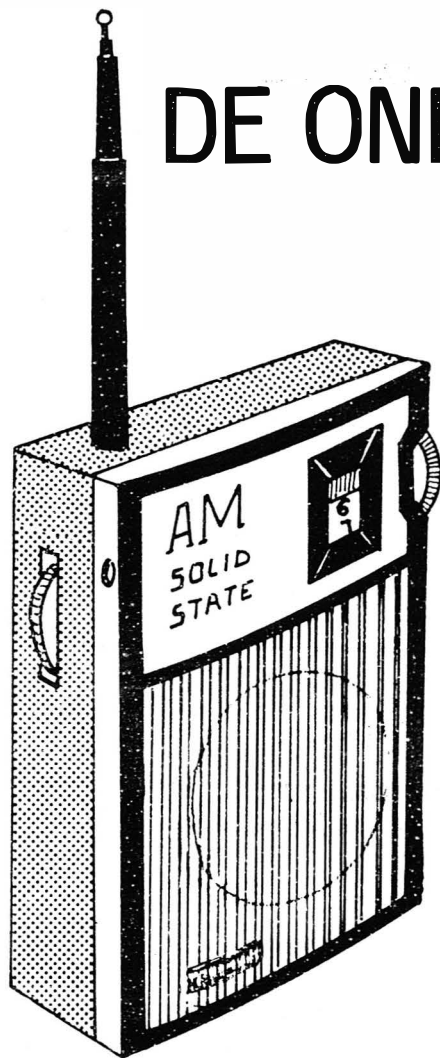



FOTO I — A ponte de terminais com os componentes, bem como o alto-falante, foi presa no interior de uma caixa plástica. A alimentação, proporcionada por duas pilhas pequenas, é aplicada a um conector fixado em um dos painéis laterais da caixa.

O Autor remeteu-nos, para aferição, o protótipo desta montagem. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

cial, devemos atuar na indutância de L1 afastando as espiras, a indutância diminui e a freqüência gerada aumenta; aproximando-se as espiras, ocorre o inverso.

ADVERTÊNCIA

O transmissor apresentado inclui-se na categoria dos denominados "microfones sem fio". Como tal, não devemos aumentar a tensão da fonte além dos 3 V, nem o comprimento da antena, com o propósito de ampliar o alcance da transmissão, pois isso **constitui delito**, sendo **passível de punição** de acordo com a Lei que rege o assunto.

MINITRANSMISSOR DE ONDAS CURTAS

Apresentaremos neste artigo o interessante circuito de um transmissorzinho para ondas curtas que, certamente, agradará ao interessado em radioemissão pois possibilitará as emoções de sua primeira transmissão, ainda que em alcance reduzido.

O aparelho aqui apresentado inclui-se na categoria dos chamados "microfones sem fio". Com isso, seu alcance se restringe ao âmbito domiciliar, não infringindo a legislação sobre o assunto. Os que o montarem não devem se valer de artifícios para aumentar sua potência, tais como elevar a tensão de alimentação ou usar antena de maior comprimento, sob pena de sofrerem as sanções legais.

O minitransmissor poderá ser usado em conjunto com um rádio-receptor de duas ou três faixas, dos que contam com faixa de 25 m.

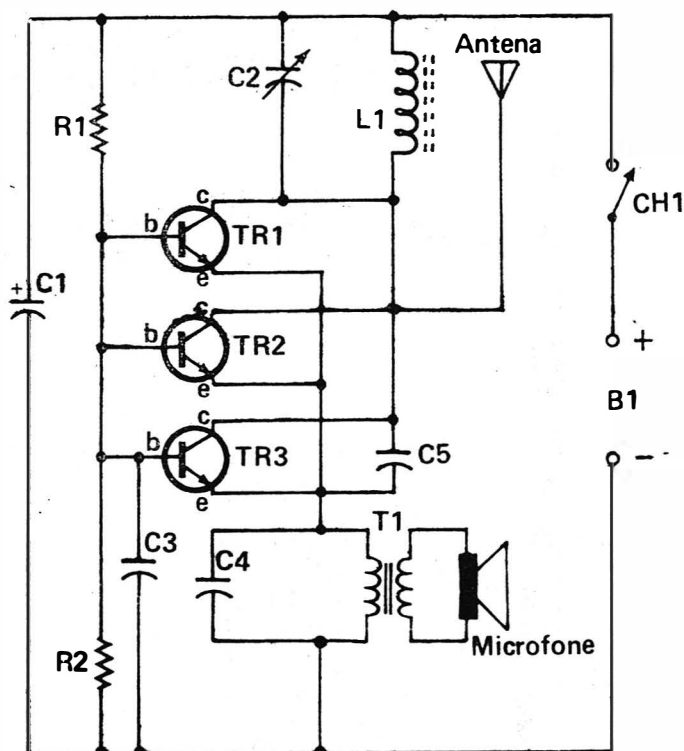
Na Fig. 1 vemos o diagrama esquemático do transmissor. Os três transistores estão dispostos em paralelo, e seus coletores têm como carga a bobina L1 em paralelo com o capacitor variável C2, que formam um circuito ressonante.

A modulação é feita na corrente de emissor dos transistores, por intermédio do transformador T1 em conjunto com o microfone. A Fig. 2 mostra uma variante do circuito, onde o acoplamento com a antena é feito indutivamente.

O protótipo foi montado em uma plaqueta de circuito impresso medindo 55 x 55 mm (Fig. 3), cortada de maneira a poder ser fixada no interior do gabinete de um rádio de AM comercial. A Fig. 4 mostra a disposição dos componentes sobre a plaqueta. Os resistores foram colocados verticalmente, e seus terminais, bem como os dos capacitores, deverão ser os mais curtos possíveis.

Todos os componentes empregados são de fácil aquisição, sendo que, durante a montagem, devemos dedicar atenção especial aos seguintes componentes: capacitor eletrolítico C1, que é polarizado; os transistores, cujos terminais deverão ser introduzidos e soldados nos orifícios correspondentes. A chave CH1 em nosso protótipo é acoplada a um potenciômetro-miniatura para rádio transistorizado. C2 é um capacitor variável, do qual utilizamos apenas os terminais dos extremos, deixando o central sem ligação.

A bobina L1 deverá ser confeccionada pelo próprio montador: são 20 ou 30 espiras de fio esmaltado com 0,4 mm de diâmetro

FIG. 1 — Diagrama esquemático do minitransmissor de O.C.

LISTA DE MATERIAL

Transistores

TR1, TR2, TR3 — BC238 ou equivalente

Resistores (1/8 W, ± 10%)

R1 — 3,3 kΩ
R2 — 6,8 kΩ

Capacitores

C1 — 100 μF, 16 V, eletrolítico
C2 — Variável para rádios de ondas médias (Sharp)
C3, C4 — 0,0056, disco de cerâmica
C5 — 100 pF, disco de cerâmica

Diversos

T1 — Veja texto
Mic — Falante para rádio transistorizado com bobina móvel de 8 Ω
CH1 — Veja texto
B1 — Bateria de 9 V, com conector
L1 — Veja texto
Antena telescópica de 30 centímetros; plaqueta de fenolita cobreada para circuito impresso; caixa para rádio O.M., botões para CH1 e C2, parafusos, fio, solda, etc.

(26 AWG), enroladas sobre um bastão de ferrita medindo 50 mm de comprimento e 5 mm de diâmetro.

T1 não é crítico. Trata-se de um transformador de saída comum, com uma impedância de secundário igual à do alto-falante que será usado como microfone. Em nosso caso, este falante é de 2", com bobina de 8Ω.

Se for desejada a montagem da variante da Fig. 2, L2 constará de 3 ou 4 espiras de fio com 0,8 mm (20 AWG), com encapamento plástico. Esse enrolamento deve ser realizado sobre L1, no extremo ligado ao coletor de TR1. Um dos terminais de L2 é ligado à massa, e o outro à antena.

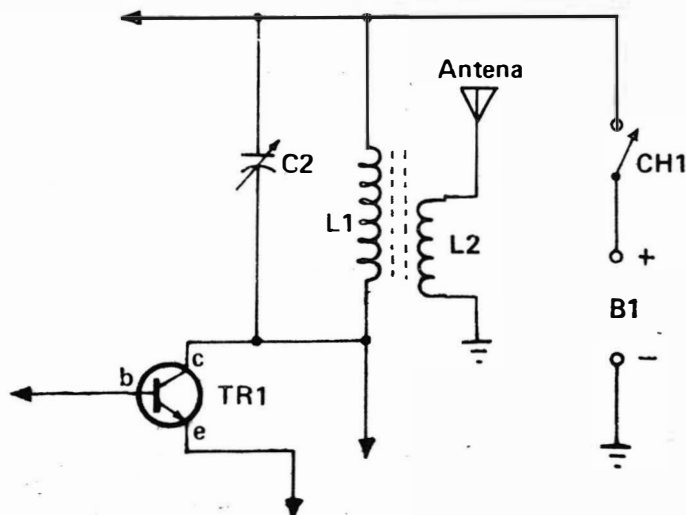



FIG. 2 — Variante do circuito da Fig. 1. Neste caso, o acoplamento com a antena é feito indutivamente.

Ao transformador T1

No cabeçalho vemos o desenho da caixa, e na Foto I a disposição interna dos componentes no protótipo.

Por ter sido usado um capacitor variável de sintonia ao invés de um compensador ("trimmer"), o ajuste do minitransmissor será feito no momento da transmissão. Para tal, aciona-se CH1 para alimentar o circuito e

FIG. 3 — Para que pudesse ser alojada em uma caixa para rádio transistorizado comercial, a plaqueta de circuito impresso teve que receber uma abertura em um de seus lados.

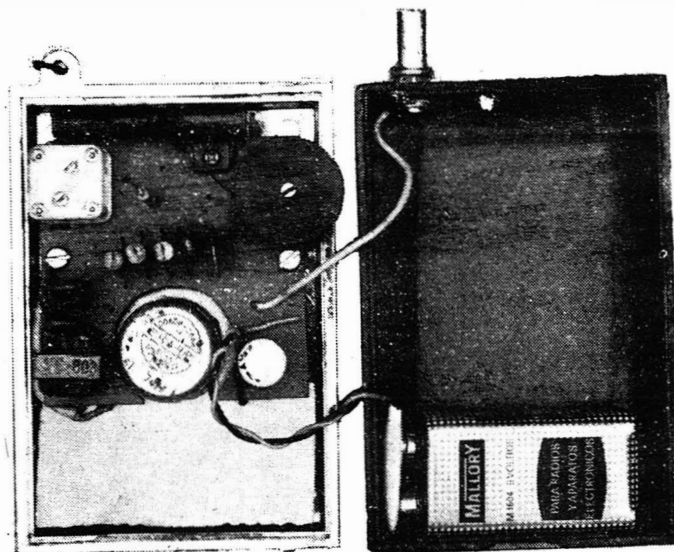
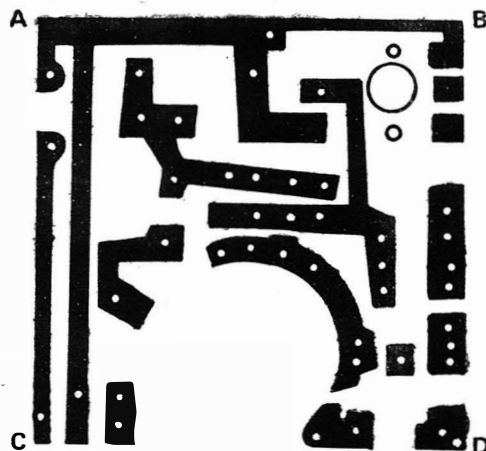
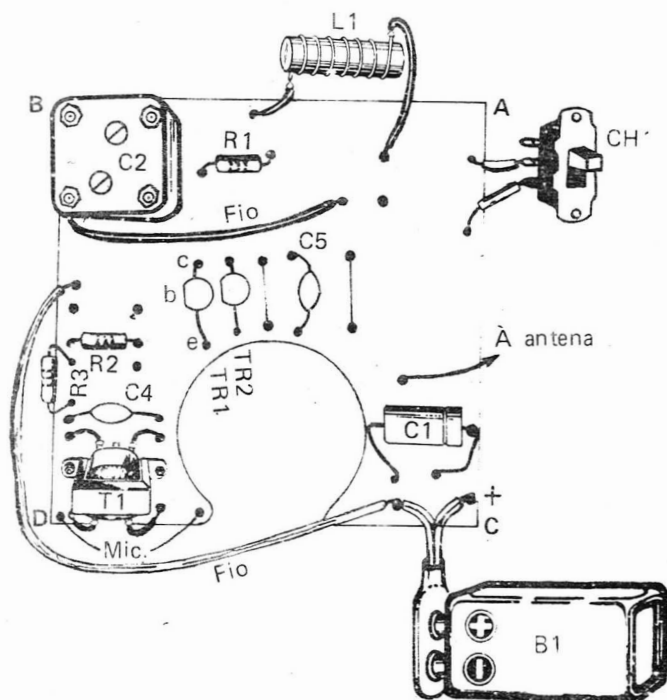



FOTO 1 — Vista interna do aparelho.

FIG. 4 — Disposição dos componentes sobre a plaqueta da Fig. 3.

ajusta-se C2 até ser ouvido o apito no receptor de O.C., que deverá estar sintonizado em um ponto entre 10 e 15 MHz. A modulação deverá ser boa; caso o som se apresente rouco ou fraco, é sinal de que o receptor se encontra fora da freqüência fundamental do transmissor, que se situa entre 10 e 15 MHz.

Transmissor de Radiocomando com 4 "Canais"

Circuito simples e econômico para comando de aeromodelos, modelos náuticos e outros "brinquedos" radiocomandados.

HÁ diversas maneiras de se comandar pelo rádio um brinquedo teledirigido. Pode-se, por exemplo, usar um transmissor com várias freqüências de R.F., cada uma das quais correspondendo a determinado "comando" do modelo. E pode-se, com maior simplicidade e economia, utilizar um único canal de R.F., variando-se, porém, a freqüência da modulação (o tom de áudio), de conformidade com o comando que se queira aplicar ao modelo. O rádio-receptor do modelo, embora para um único canal de R.F., é equipado com dois ou mais filtros de audiofreqüência, através dos quais é feita a "separação" da modulação aplicada ao transmissor, conseqüentemente conduzindo esse "tom de comando" ao circuito de comando correspondente.

O aparelho que iremos descrever pertence exatamente a esta modalidade: ele é dotado de um único canal de R.F., canal este que é determinado pela freqüência do cristal oscilador de R.F., XTAL. Todavia, o transmissorzinho tem um oscilador de áudio que é capaz de gerar, mediante comutação, um dentre quatro diferentes tons de modulação. Apesar de fazer uso de apenas um transistor no estágio de radiofreqüência, este transmissor de radiocomando possui alcance de algumas centenas de metros em campo aberto. Este fato e a circunstância da disponibilidade de quatro tons ("canais") de comando, tornam o transmissor bastante versátil para variar a direção, a velocidade, a altitude, e outros parâmetros do brinquedo telecomandado, permitindo acionamento dos servomecanismos correspondentes à "ordem" emitida pelo transmissor.

Advertência — Antes de adquirir ou construir qualquer dispositivo emissor de ondas radioelétricas, é absolutamente necessário que o usuário informe-se da regulamentação específica do país em que reside. Este transmissorzinho de telecomando, apesar de sua diminuta potência, está nesse caso: no Brasil, será necessário consultar o Departamento Nacional de Telecomunicações — DENTEL — através de suas Diretorias Regionais, sobre as normas regulamentares que estiverem vigorando a respeito. Deixamos de fornecer mais pormenores, pois a regulamentação brasileira tem sido objeto de sucessivas alterações, muitas das quais através de simples Ordens de Serviço do DENTEL, divulgadas exclusivamente nos boletins internos do mesmo. Portanto, verificar, principalmente, os seguintes pontos: 1) se é necessário requerer licença para estação de telecomando de menos de 100 miliwatts de potência de saída; 2) qual o canal (ou canais) na Faixa do Cidadão que estão designados para serviço de radiocomando; 3) se é necessária a homologação do equipamento. Feito este importante preâmbulo, passamos à

DESCRIÇÃO

O aparelho é alimentado por uma tensão de 9 V, que pode ser proporcionada por uma pequena bateria. A chave CH1 comuta a alimentação, que é desacoplada para alta freqüência por intermédio do capacitor C1 (Fig. 1).

O estágio oscilador de baixa freqüência é formado pelo transistor unijunção (TR1). A freqüência do sinal em dente-de-serra disponível no emissor deste transistor depende do valor do capacitor C2 e também do valor do resistor de carga usado. Usando quatro interruptores de contato momentâneo (CH2, CH3, CH4 e CH5), podemos colocar em circuito quatro valores diferentes de resistência. Cada um desses valores é obtido através de potenciômetros-miniatura (R11, R12, R13 e R14), os quais permitem ajustar as freqüências geradas nos canais correspondentes com as de passagem dos filtros de baixa freqüência instalados no receptor.

É importante frisar que, não obstante as variações de temperatura ambiente, ou mesmo ligeiras diferenças decorrentes de variações na tensão de alimentação, as freqüências de modulação devem permanecer estáveis. Este resultado é obtido determinando-se adequadamente o valor dos resistores da base do transistor unijunção. Neste caso, B1 é ligada à massa através do resistor R2, de 68 ohms, enquanto que B2 é ligada ao positivo da alimentação pelo resistor R1, de 470 ohms.

As tensões em dente-de-serra captadas no emissor de TR1 são enviadas através de R3 à base do transistor TR2, que as amplifica. O resistor de emissor de TR2, R4, é desacoplado pelo capacitor C3. Os sinais ampli-

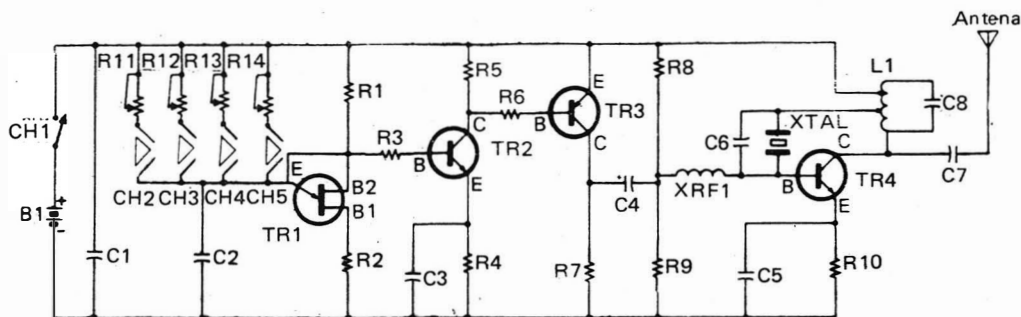



FIG. 1 — Diagrama esquemático do Transmissor para Radiocomando com Quatro "Canais".

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

TR1 — 2N2646 ou equivalente
TR2 — BC109, BC239 (Ibrape) ou equivalentes
TR3 — 2N2905, 2N4289 ou equivalentes
TR4 — BF258, BF259 ou equivalentes

Resistores (todos de 1/4 W, ± 10%)

R1 — 470 Ω
R2 — 68Ω
R3 — 68 kΩ
R4 — 4,7 kΩ
R5 — 1,5 kΩ
R6, R8 — 10 kΩ
R7 — 2,7 kΩ
R9 — 5,6 kΩ
R10 — 680 Ω
R11 a R14 — 220 kΩ, potenciómetro-miniatura ("trim-pot")

Capacitores

C1 — 0,22 μF, 250 V, poliéster metalizado
C2 — 0,022 μF, 250 V, poliéster metalizado
C3 — 0.1 μF, 250 V, poliéster metalizado
C4 — 2,2 μF, 16 V, eletrolítico
C5 — 0,0047 μF, cerâmica, disco
C6 — 4,7 pF, cerâmica, disco
C7 — 220 pF, cerâmica, disco
C8 — 270 pF, cerâmica, disco

Diversos

XTAL — Cristal oscilador para a Faixa do Cidadão (27 MHz), em canal autorizado para radiocomando (ver texto)

L1 — bobina de sintonia (ver texto)
XRF1 — Reator de filtro (ver texto)
CH1 — Interruptor simples
B1 — Bateria de 9 V

CH2 a CH5 — Interruptor de pressão normalmente aberto ("botão de campainha")

Plaqueta de fenolita cobreada para circuito impresso, fio, solda, fôrma para a bobina, uma antena telescópica, parafusos, etc.

ficados são recolhidos no coletor de TR2, sobre o resistor de carga R5.

O acoplamento ao estágio seguinte é feito através do resistor R6, ligado à base de TR3. O sinal de modulação é tomado do coletor deste transistor, sobre o resistor de carga R7.

O último transistor, uma unidade n-p-n, é o BF258, escolhido por seu excelente rendimento em altas freqüências; no circuito, este transistor funciona como oscilador de 27,12 MHz, controlado a cristal de quartzo.

A tensão média existente na base de TR4 provém de um divisor de tensão formado pelos resistores R8 e R9. Um reator de filtro, XRF1, bloqueia os sinais de alta freqüência para o estágio de áudio. O resistor R10 fixa a corrente de repouso do transistor e é desacoplado pelo capacitor C5. Para obter um bom coeficiente de sobretensão e, portanto, uma oscilação adequada, torna-se necessário amortecer a bobina L1 o mínimo possível. Esta bobina forma, juntamente com o capacitor C8, o circuito sintonizado em 27,12 MHz. Por esta razão, o cristal de quartzo que introduz uma realimentação entre o coletor e a base de TR4 é ligado em uma derivação da bobina. O mesmo ocorre com a tensão de alimentação.

O capacitor C6, ligado em paralelo com o cristal de quartzo, facilita o entretenimento da oscilação. Finalmente, os sinais de R.F. são aplicados à antena através do capacitor de acoplamento de 220 pF, C7.

O acoplamento entre os estágios moduladores e o estágio de R.F. é realizado por meio do capacitor eletrolítico C4, ligado à base de TR4.

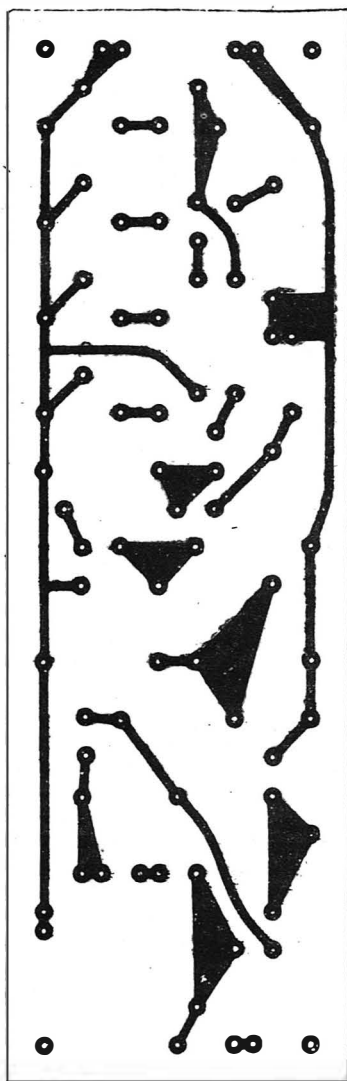



FIG. 2 — Desenho do circuito impresso (lado cobreado) para o transmissor.

MONTAGEM

A montagem do transmissor deve ser executada sobre uma plaqueta de circuito impresso de 14 cm de comprimento por 4,5 cm de largura. A Fig. 2 mostra o desenho em tamanho natural visto pelo lado do cobre. Na Fig. 3 pode-se observar a disposição dos componentes sobre a plaqueta.

Existem alguns detalhes referentes à montagem do transmissor que deverão ser rigorosamente observados para que o leitor possa obter o máximo rendimento do circuito, além de um funcionamento correto.

MONTAGEM DA SEÇÃO DE A.F.

Deve-se iniciar pelo estágio oscilador com o transistor unijunção, TR1, e seus componentes associados: os quatro potenciômetros-miniatura, o capacitor C2 e os resistores R1 e R2. Para se comprovar o funcionamento deste estágio após o término da montagem, liga-se provisoriamente a tensão de alimentação de 9 V, obtida através de pilhas ou de uma fonte de alimentação estabilizada, unindo-se, a seguir, o terminal livre de um dos quatro potenciômetros ao emissor de TR1. Será fácil, através de um osciloscópio, visualizar a presença de sinais em dente-de-serra nos terminais de C2, verificando-se que sua freqüência varia quando modificamos o valor resistivo do potenciômetro.

Caso não se disponha de um osciloscópio, a verificação poderá ser feita através do uso de um alto-falante de impedância suficientemente elevada (entre 50 e 100 ohms) ligado aos terminais de R2, o que permitirá que o sinal gerado seja ouvido.

Prosseguindo na montagem, deverão ser soldados os transistores TR2 e TR3, correspondentes aos dois estágios amplificadores, e seus componentes associados, exceto o capacitor C4. Também neste caso, um osciloscópio ou um fone de ouvido de alta impedância (alguns milhares de ohms) será de grande ajuda para a comprovação do funcionamento do estágio, quando ligado em paralelo com o resistor R7. Neste caso, não se pode utilizar o alto-falante, porque sua impedância demasiadamente baixa curto-circuitaria o resistor R7.

MONTAGEM DO OSCILADOR DE R.F.

Vejamos, primeiramente, a bobina L1. O enrolamento deverá ser efetuado sobre uma fôrma de 8 mm de diâmetro, provida de núcleo de ferrita ajustável. A Fig. 4 mostra claramente a seqüência das operações a serem executadas. Utilizar-se-á fio esmaltado de 0,6 ou 0,8 mm de diâmetro (22 ou 20 AWG, respectivamente), enrolamento com as espiras unidas.

Solda-se uma extremidade do fio no ponto marcado com "a" na plaqueta (ver Fig. 3), enrolando-se no sentido oposto ao do movimento dos ponteiros de um relógio três espiras de fio. Solda-se, então, o outro extremo do fio no ponto "b". A seguir, solda-se outro fio esmaltado do mesmo diâmetro ao ponto marcado com "c" na plaqueta. Sempre no sentido inverso ao dos ponteiros de um relógio, enrola-se sete espiras de fio, soldando o outro extremo no ponto "d". Repete-se a operação relativa ao ponto "c". Enrola-

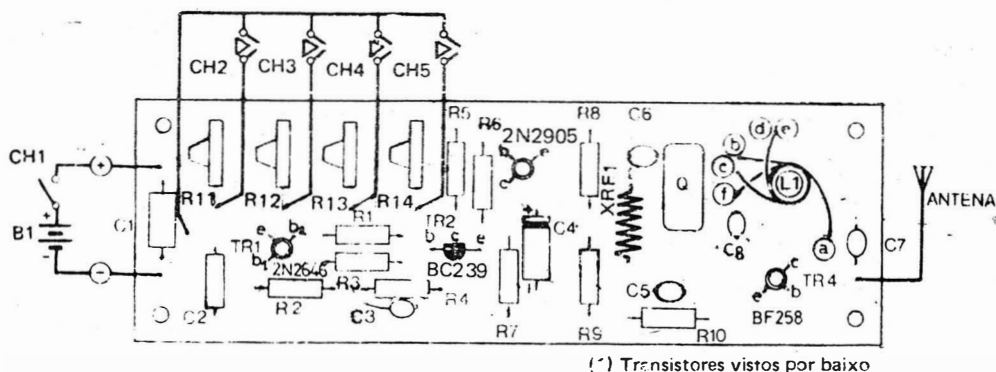



FIG. 3 — Disposição dos componentes sobre a plaqueta de circuito impresso e identificação dos terminais dos transistores utilizados.

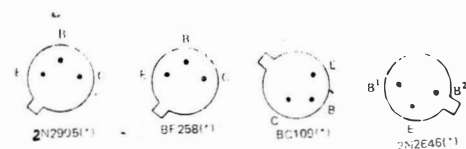
se 3,5 espiras e solda-se finalmente o extremo ao ponto "f".

COMPROVAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO ESTÁGIO DE R.F.

Solde todos os componentes do oscilador de R.F. à plaqueta (capacitores, cristal de quartzo, TR4, R8, R9 e R10). Prepare e solde o reator de filtro, XRF1, que é composto de cem espiras de fio com 0,2 mm de diâmetro (32 AWG) enroladas sobre um resistor de 1 MΩ, 1/2 W. Os extremos do enrolamento deverão ser soldados aos terminais do resistor, e este, por seu turno, à plaqueta de circuito impresso. É conveniente cobrir o enrolamento com uma camada de verniz, ou Araldite, para que ele não se desfaça.

Para comprovar o funcionamento do oscilador, alimente-o provisoriamente com uma pilha de 9 V e, colocando um ondâmetro nas proximidades do enrolamento da bobina, procure a potência máxima atuando no núcleo da bobina.

DETALHES FINAIS DE MONTAGEM E AJUSTES

A montagem final compreende a ligação com as pilhas (que podem ser postas em série por simples soldagem), interruptor de

alimentação e os interruptores de pressão. A Fig. 3 fornece detalhes de todas essas ligações.

Uma vez completamente terminada a montagem, com a antena estendida aplica-se a tensão de alimentação e pressiona se um dos interruptores de contato momentâneo, para que se obtenha a modulação do sinal transmitido. Posiciona-se a antena de um medidor de intensidade de campo a alguns centímetros do transmissor e ajusta-se para a leitura máxima no instrumento o núcleo da bobina L1. Afastando-se progressivamente o medidor de intensidade de campo do transmissor, e atuando-se levemente sobre o núcleo da bobina, retoca-se o ajuste por diversas vezes.

O ajuste "fino" das audiofreqüências de modulação deverá ser feito variando-se os potenciômetros-miniatura (R11 a R14), sucessivamente de cada canal de tom, até ser ativado o filtro de áudio correspondente, no receptor do modelo. ©

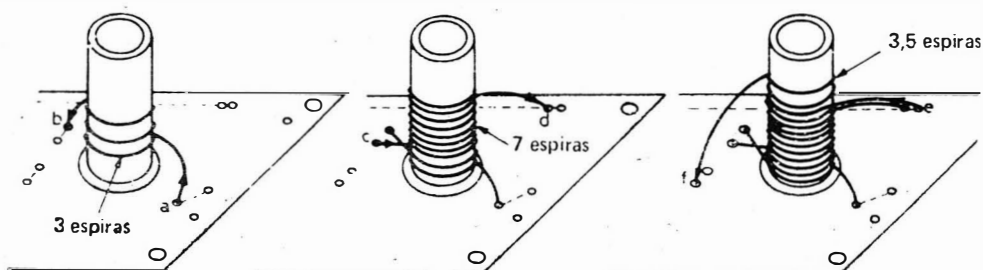



FIG. 4 — Detalhes de construção da bobina L1.

MINITRANSMISSOR DE FM

Divirta-se, e aos seus amigos, com este pequeno transmissor de FM, para uso exclusivamente dentro dos limites de sua casa.

O pequeno emissor de FM que vamos descrever poderá proporcionar-lhe agradáveis momentos e a oportunidade de realizar um sem número de experiências interessantes. Entretanto, queremos advertir aos que tencionarem montar o aparelhinho, que ele se destina exclusivamente a efetuar emissões que não ultrapassem o âmbito domiciliar.

Para isso, as provas iniciais, uma vez montado o circuito, deverão ser feitas sem qualquer antena ligada. Somente se for comprovada a absoluta necessidade de aumentar o nível do sinal irradiado, e desde que não haja risco de ser excedido o alcance citado, é que se poderá pensar em melhorar as condições de irradiação. Sob hipótese alguma, igualmente, poderá ser o aparelho alimentado com uma tensão superior aos 9 V especificados.

Quem não observar as precauções apontadas estará sujeito às penas previstas no Código Penal para esse tipo de transgressão.

Feitas estas ressalvas, passemos à descrição do aparelho.

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O circuito (Fig. 1) compreende apenas três transistores facilmente encontrados na praça. O estágio oscilador está a cargo de um transistor BD135 (TR3), que funciona na configuração de base comum. Este transistor tem uma freqüência de transição de 250 MHz, o que lhe permite operar satisfatoriamente na faixa de FM, que vai de 88 a 108 MHz.

O circuito oscilante de carga de coletor é representado pela bobina L1 e o capacitor variável C9. O resistor R9, de 3,3 kΩ, polariza a base de TR3, e o capacitor C7, de 100 pF, liga à massa essa mesma base, para os sinais de R.F., sem afetar a polarização de C.C. do transistor. A polarização proporcionada por R9 é complementada pelo resistor de emissor R11, de 68 Ω.

A parte de R.F., ainda deste estágio, completa-se com o capacitor de realimentação C8, de 82 pF, entre coletor e emissor, e o reator de R.F., XRF1, que constitui a carga de emissor para R.F.

O estágio modulador tem um transistor BC549B (TR2), na configuração de emissor comum, cujo coletor está ligado em série com o circuito oscilante (L1-C9), o que vale dizer em paralelo com o BD135 oscilador.

Por estar ligado desta forma, as variações da corrente de coletor de TR2, provocadas pelo sinal por ele amplificado, modulam a corrente de coletor do transistor TR3. As variações desta última corrente têm por efeito modificar os parâmetros de TR3, o que se traduz por uma variação da freqüência de oscilação do estágio com o BD135. Assim, o sinal de R.F. é modulado em freqüência pelo sinal de áudio.

Ainda neste estágio modulador, o resistor R8, de 1 MΩ, complementado pelo resistor de emissor, R10, de 220 Ω, provê a corrente de polarização adequada para TR2.

Finalmente, temos o estágio preamplificador, a cargo do transistor TR1 (B239B), que trabalha na configuração de emissor comum. A carga de coletor deste estágio é representada pelo resistor R4, de 22 kΩ, o qual se liga ao positivo da alimentação através do resistor R5, de 3,3 kΩ, desacoplado pelo capacitor C3, eletrolítico de 100 µF.

A polarização de TR1 é feita pelo resistor R3, de 1 MΩ, que, em vez de ligar-se diretamente ao positivo da alimentação, vai ter ao coletor do transistor, introduzindo, assim, uma realimentação negativa de C.C. e de C.A. A realimentação de C.C. justifica a ausência do resistor estabilizador de emissor, pelo certo grau de controle da corrente de coletor que provê, ao passo que a realimentação de C.A. contribui para reduzir a distorção do estágio.

O sinal de áudio, recolhido à saída do preamplificador, no coletor de TR1, é aplicado, através do capacitor C4, um eletrolítico de 22 µF, ao terminal vivo do potenciômetro R6, de 22 kΩ.

Este potenciômetro permite controlar o nível de modulação, regulando a amplitude do sinal de áudio que vai ter à base do transistor modulador TR2, através do capacitor C6, um eletrolítico de 22 µF, em série com o resistor R7, de 22 kΩ. Este resistor tem

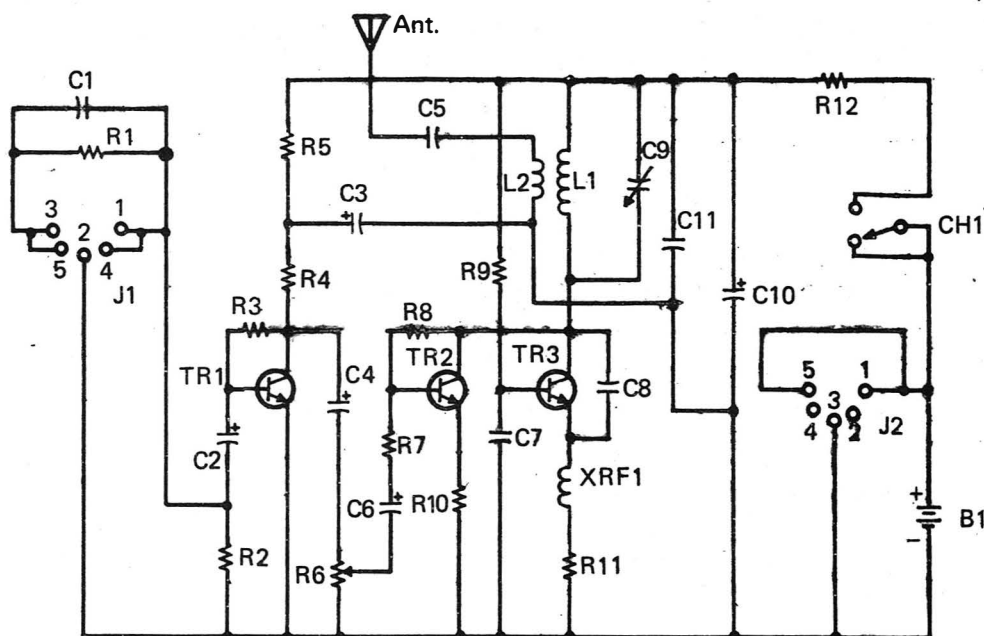



FIG. 1 — Diagrama esquemático do minitransmissor de FM. O circuito prevê alimentação a bateria ou por fonte externa de 9 V C.C. Quem não desejar esta última opção, poderá eliminar o conector J2, mas deverão continuar no circuito os capacitores de passagem C10 e C11 e o resistor em série R12, como se explica no texto.

por fim elevar a impedância da fonte de sinal, vista pelo transistor TR2, o que serve, entre outras coisas, para reduzir a distorção do estágio.

O circuito de base do transistor preamplificador TR1 oferece dois níveis de impedância (alto e baixo) à fonte de sinal de áudio, disponíveis no receptáculo J1, representado no protótipo por um conector DIN de 5 pinos, 180°.

Se a fonte de áudio for de alta impedância (por exemplo um fonocaptor cerâmico, saída própria para gravador em um amplificador, ou então uma saída para amplificador em um gravador), esta será ligada entre os terminais 5 e 3 de J1, e o terminal 2 ligado à massa. Nestas condições, o sinal de áudio, antes de aplicar-se ao resistor R2, de 22 kΩ, que se liga à base de TR1 através do capacitor eletrolítico C2, de 22 μF, passa pela rede em série, composta do resistor R1, de 22 kΩ, em paralelo com o capacitor C1, de 0,004 μF, rede esta que eleva a impedância de entrada do estágio preamplificador, por estar em série com a base de TR1.

Se a fonte de áudio requiser baixa impedância de entrada (um microfone de baixa a média impedância, por exemplo), o sinal será aplicado entre os terminais 1 e 4 de J1, e o terminal 2 ligado à massa, com o que ele vai ter diretamente ao resistor R2, enfrentando, portanto, uma impedância relativamente baixa.

ALIMENTAÇÃO

No diagrama esquemático do minitransmissor de FM (Fig. 1), foram previstos dois tipos de alimentação para o aparelho: por bateria e por meio de uma fonte externa de 9 V C.C.

A fonte é ligada entre os terminais 1 e 5 e o terminal 3 (massa) do conector DIN J2. Com qualquer das modalidades de alimentação, a linha positiva de alimentação, depois de passar pelo interruptor CH1, atravessa o resistor em série, R12, de 33 Ω. Entre a outra extremidade de R12 e a massa estão dois capacitores em paralelo, C10 e C11. C10 é um eletrolítico de 1.000 μF, que oferece uma baixa impedância às freqüências menores, e C11 um capacitor cerâmico de 0,05 μF, garante essa baixa impedância às freqüências mais altas, como as da faixa de FM, por exemplo. Como sabemos, a partir de uma certa freqüência, os eletrolíticos podem funcionar como tudo, menos como capacitores, daí a providência da inclusão de C11.

Se o leitor desejar alimentar o circuito apenas a bateria, poderá eliminar o conector

LISTA DE MATERIAL

Transistores

TR1 — BC239B, ou equivalente
TR2 — BC549B, ou equivalente
TR3 — BD135, ou equivalente

Resistores (¼ W, ± 10%, salvo menção em contrário)

R1 — 220 kΩ
R2, R4, R7 — 22 kΩ
R3, R8 — 1 MΩ
R5, R9 — 3,3 kΩ
R6 — 22 kΩ, potenciômetro
R10 — 220 Ω
R11 — 68 Ω, ½ W
R12 — 33 Ω

Capacitores

C1, C5 — 0,0047 μF, 250 V, poliéster metalizado
C2, C4, C6 — 22 μF, 12 V, eletrolítico
C3 — 100 μF, 12 V, eletrolítico
C7 — 100 pF, cerâmico
C8 — 82 pF, cerâmico
C9 — 250 pF, capacitor variável, ou "trimmer"
C10 — 1.000 μF, 12 V, eletrolítico
C11 — 0,05 μF, cerâmico

Diversos

J1 — Conector DIN, 5 pinos, 180º, ou equivalente de outro tipo
J2 — Conector DIN, 5 pinos, 240º, ou equivalente de outro tipo
B1 — Bateria-miniatura, 9 V
CH1 — Interruptor-miniatura
L1, L2, XRF1 — Ver texto
Plaqueta de circuito impresso, ou plaqueta perfurada (dimensões a critério do montador)
Fio, solda, etc.

DIN, mas convém deixar a rede R12-C10-C11, porque as baterias, ao envelhecerem, vão aumentando de resistência interna, e a dupla de capacitores garantirá sempre o retorno de baixa impedância para o sinal de R.F.

MONTAGEM

O protótipo do minitransmissor de FM foi montado numa plaqueta de circuito impresso, mas, se o leitor preferir, poderá fazer a montagem sobre uma plaqueta de fenolita perfurada. Neste último caso, as perfurações servirão para fixar os componentes, cujos lides serão então interligados por meio de fios. A plaqueta, de circuito impresso ou perfurada, depois de montada deverá ser alojada em uma caixinha plástica ou metálica de tamanho adequado.

A bobina L1, o único componente realmente crítico do circuito, compõe-se de 8 espiras de fio Nº 14 AWG, enroladas sobre um tubinho plástico de diâmetro equivalente ao de um lápis, isto é, de uns 8 mm. L2 é uma bobina de 4 espiras de fio esmaltado Nº 22 AWG, de diâmetro externo que dê para poder ser deslizada sem muita folga no interior de L1. O capacitor variável usado no protótipo é de 250 pF, de uma seção, mas o leitor poderá empregar um simples "trimmer" de capacitância equivalente.

O reator de R.F., XRF1, é confeccionado enrolando-se fio esmaltado Nº 24 AWG sobre um resistor de carvão de 100 kΩ, ½ W, de modo a cobri-lo totalmente. As pontas do enrolamento devem ser ligadas em paralelo com o resistor, para aproveitar a rigidez de seus terminais.

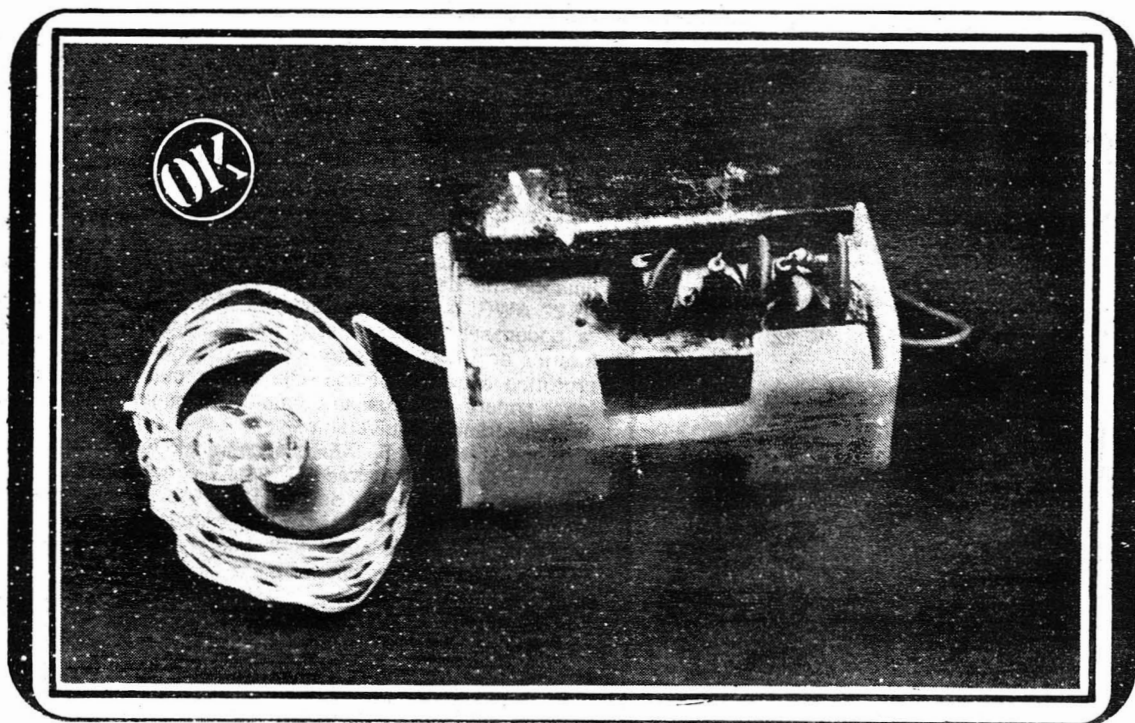
Ao dispor os componentes em seus lugares, posicione-os em ordem, progressivamente de um ao outro lado da plaqueta sem idas e voltas, que poderão introduzir acoplamentos espúrios, capazes de fazer o circuito oscilar incontrolavelmente.

AJUSTE

Uma vez montado o minitransmissor de FM e conferidas as ligações, com a alimentação ligada (e sem antena, inicialmente, como já preconizamos de início), regulamos o potenciômetro R6, colocando-o numa posição em que proporcione modulação de boa qualidade.

Se, numa determinada freqüência de operação, não se conseguir essa modulação satisfatória, do ponto de vista qualitativo, talvez seja porque o transmissorzinho, na realidade, está emitindo dentro da faixa de FM com um harmônico da freqüência fundamental produzida pelo seu circuito oscilador.

Quando isso acontece, costuma haver distorção no sinal emitido. Mas o mal tem fácil remédio: é só ajustar o capacitor variável C9 para que a freqüência fundamental do circuito oscilador caia dentro da faixa normal de FM. Logicamente, neste caso, os harmônicos estarão caindo em uma região mais alta do espectro, onde poderão provocar interferências molestas, se não forem obedecidas estritamente as advertências iniciais quanto à minimização do tamanho da antena do aparelho e a não utilização de tensão de alimentação superior a 9 V.

Com o aparelhinho ajustado corretamente (na freqüência fundamental), a qualidade sonora da transmissão é realmente excelente, sobretudo se levarmos em conta o reduzido número de componentes empregado.

O FONE VOLANTE

De pequeníssimas dimensões, este dispositivo permite escutar música sem incomodar os outros, e sem ficar "preso" ao aparelho de som.

UMA das dificuldades que desalentam a maior parte dos estudantes de Eletrônica é não dispor de circuitos práticos, de fácil montagem, que os auxiliem na compreensão dos princípios fundamentais ministrados nas salas de aula. Por outro lado, tem sido comprovado que o método "aprenda fazendo" surte melhor efeito e incentiva o iniciante; este se deleita com os dispositivos por ele mesmo montados, e lhe dá uma visão mais ampla do "Como Funciona".

Para os que sofrem o rigor da aridez da Teoria, o Autor vem apresentar nestas páginas um pequeno aparelho, com o qual o estudante poderá comprovar a propagação das ondas sonoras, como funciona um circuito de antena (transmissora e receptora), os fenômenos da indutância, e terá, para seu orgulho, realizado uma proveitosa experiência prática e montado um interessante "eletrônico" para suas horas de lazer.

Com um mínimo de despesa, qualquer um poderá "curtir" seu som, sem incomodar ninguém e sem ficar atado ao amplificador através de um fone de ouvido comum. Com o Fone Volante só o portador poderá ouvir seu programa de TV, rádio, gravador, eletrofone, etc., além de poder se movimentar à vontade.

O circuito completo compõe-se de um transmissor e de um receptor sem fios. O "transmissor" é o próprio rádio, TV, etc., no qual é feita uma pequena modificação na saída do amplificador.

Primeiramente, o leitor deverá escolher o aparelho que será o seu "transmissor"; para os que dão os primeiros passos na eletrônica, o melhor será um receptor de rádio transistorizado, de baixo custo e, para os mais experientes, um televisor, etc.

COMO FUNCIONA

Geralmente, os receptores de rádio já vêm com um jaque para fone de ouvido ("ear phone"), mas, caso seu aparelho não disponha desse recurso, você poderá adquirir a peça e fazer as ligações conforme a Fig. 1. Introduzindo o plugue no jaque, o alto-falante do receptor será desligado do circuito e, em seu lugar, será inserido um tipo especial de "antena transmissora" (que nada mais é do que uma única espira de fio flexível de 0,81 mm de diâmetro (20 AWG), encapado, que deverá ser estendido em torno do aposento onde será feita a audição.

Como vemos na Fig. 1, o plugue, ao ser introduzido, desconecta o alto-falante do amplificador e liga a "antena transmissora". Ra é um resistor de lastro, que protege o aparelho no caso de a carga ser desligada

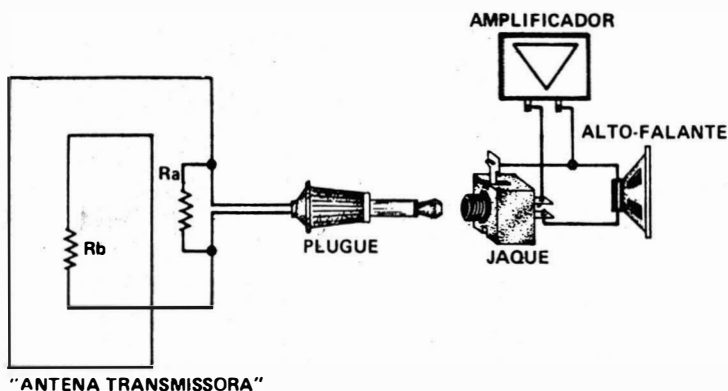



FIG. 1 — Modo de se ligar a "antena transmissora" à saída do amplificador, desligando o alto-falante. Para os valores de Ra e Rb, veja texto.

O Autor remeteu-nos, para aferição, o protótipo desta montagem. Os testes realizados em nosso Departamento Técnico demonstraram desempenho satisfatório, condizente com as características descritas no artigo.

acidentalmente. O valor de Ra foi obtido multiplicando-se por dez o valor da resistência ôhmica da bobina móvel do alto-falante. Observe, também, que, em série com a "antena transmissora", existe um outro resistor (Rb). Ele funciona como complemento da carga e é escolhido de acordo com a potência sonora do amplificador usado. Para um televisor, por exemplo, que não excede uns 5 W de saída, Rb deve ter uma resistência de 30 Ω, o que equivale a 6 Ω/W.

Portanto, ao ser ligado o plugue, a "antena transmissora" irradiará, num diâmetro de aproximadamente três metros.

Trataremos, agora, do receptor propriamente dito: é um circuito tão simples, que seria "chover no molhado" dar uma explicação mais extensa a respeito do seu funcionamento. Contudo, como o presente artigo é dedicado a principiantes, mais adiante faremos uma explanação simplificada sobre o miniamplificador do Fone Volante.

O componente que merece atenção especial é a bobina L1, pois de sua eficiência depende o sucesso da montagem. Como L1 não é encontrada à venda, você poderá confeccioná-la muito facilmente; adquira uma barra de ferrita com as dimensões de 52 X 13 X 5 mm e um transformador impulsor ("driver") miniatura, dos tipos usados em rádios de duas pilhas pequenas. Retire as lâminas que formam o núcleo desse transformador e, cuidadosamente, pegue o fio da bobina e o enrole totalmente sobre o bastão de ferrita, distribuindo-o em camadas de espiras bem uniformes. Adiantamos que será preciso muita calma ao lidar com o fio, pois ele é extremamente fino. Depois de enrolar L1, retire o verniz das pontas e solde nelas pedaços de fio flexível. Com isso será bem mais fácil instalar a bobina no circuito. Prenda os terminais soldados diretamente no corpo da bobina, usando fita adesiva.

A Fig. 2 mostra o diagrama esquemático do aparelho.

O receptor do Fone Volante é composto de um amplificador com apenas três estágios transistorizados, ligados em cascata ("cascatodino"). L1 capta o sinal irradiado pela antena transmissora e o aplica à base do transistor TR1, através de C1. Dali, após amplificado, o sinal é acoplado a mais dois estágios e, em cada um deles, recebe nova amplificação, no que resulta uma potência de saída suficiente para excitar o fone de cristal. O som do televisor (ou de qualquer amplificador) que está sendo usado, é então reproduzido no minúsculo receptor sem nenhuma ligação física com o "transmissor"

MONTAGEM

Como suporte para os componentes empregamos uma pla-

FIG. 2 — Diagrama esquemático do Fone Volante.

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

TR1, TR2, TR3 — BC548B

Resistores (todos 1/8 W, ± 10%)

R1 — 10 kΩ
R2 — 2,2 kΩ
R3, R5 — 39 kΩ
R4, R6 — 5,6 kΩ

Capacitores (todos cerâmica, disco)

C1, C2, C3 — 0,047 μF

Diversos

L1 — Cerca de mil espiras de fio com 0,08 mm de diâmetro (40 AWG), enroladas sobre um bastão de ferrita medindo 52 X 13 X 5 mm (veja texto)

Fone de cristal, duas pilhas do tipo lapiseira, ligadas em série (3 V), plaqueta de circuito impresso (veja texto), suporte para quatro pilhas, fio de 0,81 mm de diâmetro (20 AWG), solda, etc.

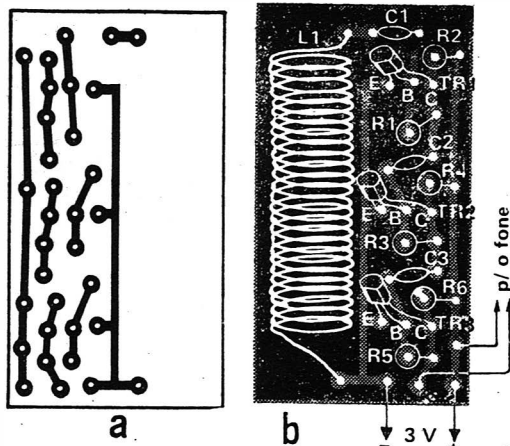
quetinha de "Fórmica", medindo 52 X 28 mm. Estas dimensões foram adotadas para que a plaqueta coubesse no interior de um suporte de quatro pilhas pequenas, ocupando o espaço de duas pilhas.

O modo mais prático de se executar a montagem com este tipo de plaqueta é colar um pedaço de papel sobre esta, e, de posse dos componentes, desenhá-los com suas dimensões reais. Em seguida fazem-se as furações necessárias e introduzem-se os componentes nos seus respectivos furos.

No verso da plaqueta os componentes são interligados através de seus próprios terminais, e um ponto de solda em cada ligação confere rigidez mecânica e contato elétrico.

Preferindo-se montar o dispositivo em uma plaqueta de fenolita cobreada, a Fig. 3a exemplifica como deve ser confeccionado o circuito impresso, e a Fig. 3b mostra a disposição dos componentes.

Efetuada esta parte da montagem, tome o suporte de pilhas (lapiseira) do tipo de duas unidades de cada lado. De um lado corte os contatos ali existentes, e efetue a ligação dos contatos restantes, de modo a que o suporte passe a funcionar como se fosse para apenas duas pilhas. No lado vago introduza a placa de componentes e coloque para fora, através de um dos orifícios

FIG. 3 — Em a) temos a face cobreada da plaqueta de circuito impresso, e em b) a disposição dos componentes sobre a plaqueta.

do suporte, os fios de alimentação, os quais serão ligados aos seus correspondentes que vêm das pilhas. Veja que do outro lado, isto é, na largura do suporte, há mais dois orifícios: use-os para a passagem dos fios do fone. A foto do cabeçalho mostra a montagem terminada.

TESTE DE FUNCIONAMENTO

Coloque as pilhas no suporte, ligue os fios de alimentação e aproxime o aparelho de uma tomada da rede de energia elétrica. Você deverá ouvir no fone o zumbido bem forte da freqüência de 60 Hz; isto é uma prova de que o Fone Volante está funcionando corretamente. Ligue, então, o televisor, e introduza o plugue da "antena transmissora"; o que você ouvir deverá ser uma cópia do que seria reproduzido no alto-falante do TV.

Salientamos que o fio da "antena transmissora" deverá ser colocado em torno do cômodo onde se fará a escuta, de modo que, para qualquer lado que se movimente, o receptor esteja sempre próximo dele.

Além da aplicação apresentada, o Fone Volante também pode ser usado na audição de voz transmitida por um microfone. Experimente ligar a antena transmissora no amplificador e mande um colega seu falar frente ao microfone; você ouvirá perfeitamente o que ele estiver dizendo.

◉

Ref. 29-4474 — Novo e notável manual indispensável a todos os que lidam com Eletrônica, do estudante ao engenheiro. À vende nas "Livrotrônicas" — Caixa Postal 1131 — 20001 Rio de Janeiro, RJ — Brasil.

Se você possui um simples ohmímetro ou um multímetro convencional (analógico ou digital) poderá, com toda a facilidade, efetuar todas as provas básicas: detecção de junções com defeitos (abertas, em curto, com fugas), identificação dos terminais, determinação da polaridade, e outras, de uma variedade de semicondutores, tais como:

Diodos Retificadores — Pontes Retificadoras — Diodos de Contatos de Ponta — Diodos Zener — Diodos Varicap — DIAC — Transistores Bipolares (NPN, PNP) — Transsistores Darlington — Transistores de Efeito de Campo, do Tipo de Junção (T.E.C.) — Transistores de Efeito de Campo, do tipo Metal-óxido-semicondutor (MOSFET) — Retificadores Controlados de Silício (R.C.S.) — TRIACs — Transistores Unijunção (T.U.J.) — Transistores Unijunção Programáveis (T.U.P.) — Diodos Emissores de Luz (LED) — Mostrador com LED — Fotodiodos — Fototransistores — Foto-acopladores — Fotorresistores (LDR) — Termistores NTC — Termistores PTC — Varistores (VDR).

Tudo isso é ensinado, em linguagem clara e acessível, com fartas ilustrações, neste livro do Engº FABIO SERRA FLOSI — conceituado especialista em Eletrônica e dotado de notável competência em transmitir ensinamentos técnicos.

Ponha fim a seus problemas de provas de semicondutores (sem a necessidade de adquirir instrumental sofisticado) tendo à mão em sua bancada este excelente manual especializado:

COMO TESTAR SEMICONDUTORES COM O MULTÍMETRO

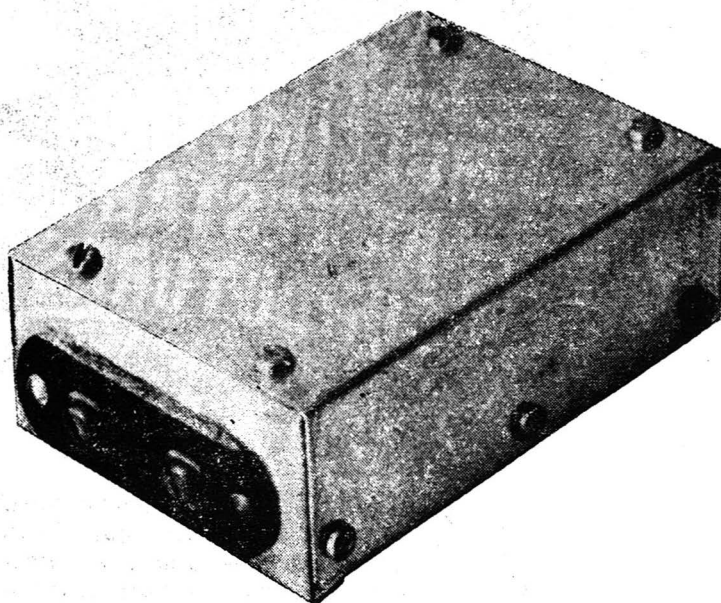
Uma edição de ANTENNA — uma organização que serve ao Brasil desde 1926.

DISTRIBUIDORES

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

Atendimento Postal: C.P. 1131 — Rio de Janeiro, RJ CEP 20001

Rio de Janeiro: Av. Mal. Floriano 143 — Sobreloja Fone: (021) 223-2442

São Paulo: Rua Vitoria 379-383 Fone: (011) 221-0683

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE FILTROS PASSA-ALTAS PARA ELIMINAÇÃO DE TVI

É muito simples projetar e construir filtros passa-altas. Eis aqui como também você poderá fazê-lo com a facilidade de um profissional experimentado e eliminar, assim, a tão desagradável TVI.

HÁ, no espaço que nos cerca, uma gama imensa de campos eletromagnéticos de freqüências as mais diversas. De todas estas, o circuito seletor de um receptor deve retirar um único sinal, o qual, nos estágios seguintes, será convertido na imagem ou no som desejados; e rejeitar todas as demais freqüências.

Ocorre, porém, que circuitos seletores deficientes não conseguem rejeitar os sinais mais intensos, tais como aqueles emitidos por transmissores próximos, quer sejam estes de viaturas policiais, de ambulâncias, de operadores da Faixa do Cidadão, de radioamadores ou mesmo do serviço privado de radiocomunicações. Eis porque um receptor dotado de circuito seletor deficiente, quando na presença de campos eletromagnéticos até mesmo pouco intensos, poderá captar e reproduzir emissão de freqüência bem diferente daquela em que está sintonizado, ou seja, poderá ocorrer **intercepção** indevida de um sinal, situação que, infelizmente, ainda está sendo confundida com **interferência**, até mesmo na literatura técnica, o que é deveras lamentável. Como a intercepção é motivada por sobrecarga no circuito de entrada do receptor ("front end overload", em inglês), e não por harmônicas, nada pode ser feito no transmissor para sanar o inconveniente. A única solução viável consiste em eliminar as deficiências do receptor.

Essa deficiência é mais conspícua nos receptores de televisão em cores, e tem sido a causa de milhares de aborrecimentos, tanto para seus proprietários, como para os usuários dos transmissores. Mas enquanto a indústria não corrige espontaneamente o problema, e enquanto, pelo que me consta, não dispomos de normas quanto à capacidade mínima de rejeição que os receptores devem apresentar, aqui está um filtro passa-altas, de custo irrisório que, quando instalado junto à entrada de antena de um televisor, remove o citado inconveniente.

COMO FUNCIONA

Como o filtro soluciona o problema? É simples. As emissoras de televisão utilizam freqüências acima de 54 MHz, enquanto que os transmissores capazes de gerar um campo eletromagnético razoavelmente intenso, nas proximidades de um receptor de televisão, operam em freqüências abaixo de 30 MHz. Assim sendo, um filtro passa-altas, com freqüência de corte situado entre 30 MHz e 54 MHz (42 MHz, no exemplo que veremos a seguir), instalado na entrada de um televisor, deixará passar livremente as freqüências iguais ou superiores a 54 MHz, mas atenuará as freqüências inferiores a 30 MHz, a tal ponto que praticamente estas não conseguem chegar ao circuito seletor do receptor. Conseqüentemente, não poderá haver **intercepção.**

CONCEITOS BÁSICOS

Agora que já vimos uma das inúmeras aplicações de filtros passa-altas, passemos aos rudimentos teóricos que habilitarão também a você, prezado leitor, a projetá-los com tal facilidade que seus colegas provavelmente irão corar de inveja e admiração.

Existem diversas técnicas de projetar filtros. Algumas são bastante complexas, porém indispen-

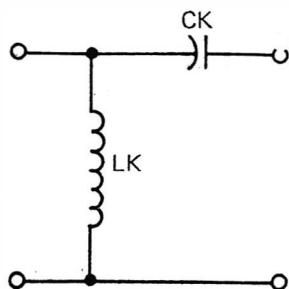



FIG. 1 — Seção de filtro passa-altas, em configuração "L". assimétrica. O resistor "R" representa a carga sobre a qual o filtro irá operar.

FIG. 2 — Seção de filtro passa-altas, em configuração "L", assimétrica. C_k e L_k são calculados de forma a se obter freqüência de corte igual a 42 MHz a — 3,01 dB. R representa uma impedância característica igual a 150 Ω.

sáveis para determinadas aplicações. Mas a técnica apresentada nas linhas que seguem é de uma simplicidade franciscana e, não obstante, permite obter filtros de ótimo desempenho para a maioria das aplicações, de modo que deverá interessar particularmente a radioamadores e técnicos em telecomunicações.

O mais singelo dos filtros passa-altas, escolhido como exemplo, consiste em um indutor e um capacitor conectados em "configuração L", conforme indicado na Fig. 1, e rotineiramente denominado de "seção de filtro", por razões que ficarão claras nas linhas que seguem. Foi desenvolvido no início da década de 20 por O. J. Zobel, da Bell Telephone Laboratories e, desde então, popularizou-se consideravelmente. Os valores de indutância e capacitância são calculados de modo que o produto $Z_c \cdot Z_L = k^2$ seja constante para todas as freqüências; daí ser denominado de tipo "k-constante". A constante "k" é numericamente igual à impedância característica da seção de filtro. Um aspecto merece destaque especial: qualquer número de "seções de filtro" pode ser conectado em série, de modo a obter um filtro em que a zona de transição entre a faixa de passagem e a faixa de rejeição atenda a especificações previamente estabelecidas, como veremos a seguir.

Passemos então ao cálculo dos componentes. Na Fig. 2 temos uma vez mais nossa seção de filtro, agora porém acrescida dos elementos externos (indicados com linhas tracejadas) que a ela serão conectados. O resistor "R" é a carga sobre a qual o filtro irá operar, e seu valor é numericamente igual à impedância característica do filtro. Os valores de indutância e capacitância são dados pelas seguintes equações:

$$L_k = \frac{R}{2 \pi f} \qquad (1)$$

$$C_k = \frac{1.000.000}{2 \pi R f} \qquad (2)$$

em que f é a freqüência de corte a — 3,01 dB. É muito simples, porém deve-se ter cuidado com as unidades: se nas fórmulas acima **f** for expressa em MHz e **R** em Ω, têm-se L_k em μH e C_k em pF.

Exemplo: projetar uma seção de filtro passa-altas com freqüência de corte igual a 42 MHz a — 3,01 dB, e com impedância característica igual a 150 Ω. Substituindo-se esses valores nas fórmulas (1) e (2) acima, tem-se:

$$L_k = \frac{R}{2 \pi f} = \frac{150}{2 \times 3{,}1416 \times 42} = 0{,}57 \ \mu H \qquad (3)$$

$$C_k = \frac{1.000.000}{2 \pi f R} = \frac{1.000.000}{2 \times 3{,}1416 \times 42 \times 150} = 25{,}26 \ pF \qquad (4)$$

e o circuito completo do filtro passa a ter a expressão apresentada na Fig. 2.

Note-se que os terminais **B** da entrada, e **D** da saída estão diretamente interconectados, o mesmo não acontecendo com os terminais **A** e **C** devido à presença do capacitor C_k intercalado entre os mesmos. Portanto, a seção de filtro é assimétrica.

Qualquer número dessas seções de filtro pode ser conectado em série. Se, por exemplo, unirmos duas seções conforme indicado com linhas tracejadas na Fig. 3a, teremos um filtro com a bem conhecida configuração π (Fig. 3b), em que os dois capacitores C_k, por estarem em série, podem ser substituídos por um único capacitor $C1 = C_k/2$.

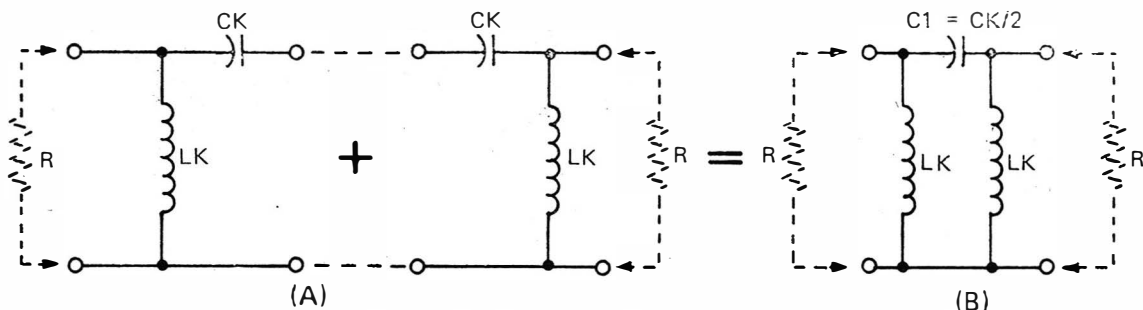



FIG. 3 — Duas seções "L" conectadas em série, de modo a obter um filtro em π.

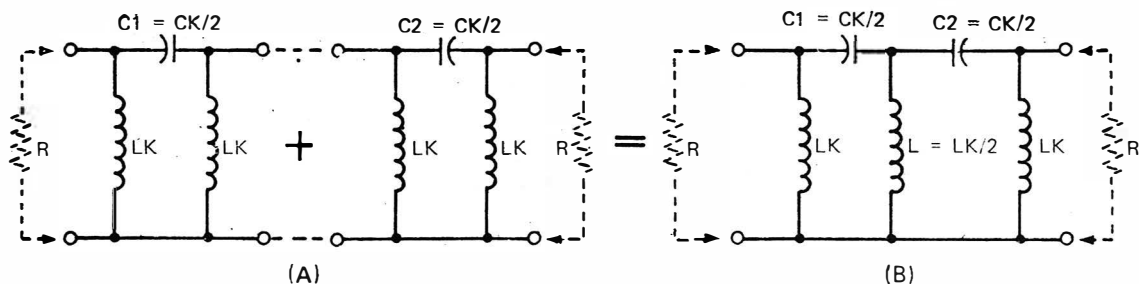



FIG. 4 — Dois filtros em π conectados em série.

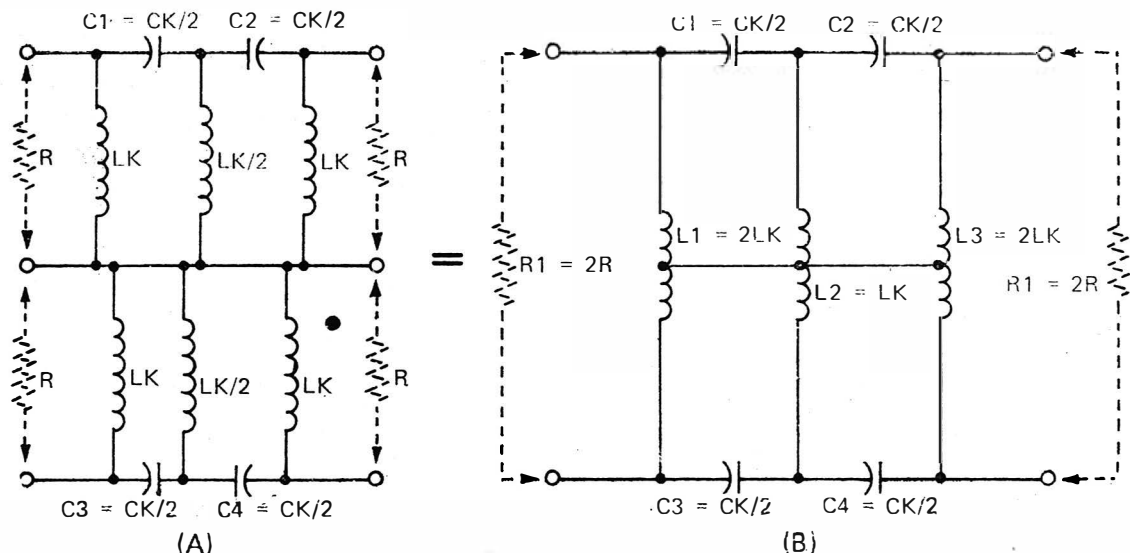



FIG. 5 — Dois filtros assimétricos conectados em paralelo, de modo a obter um filtro simétrico.

enquanto que os valores tanto de L_k como de R, e a própria assimetria, permanecem inalterados.

Mas as possibilidades de associação em série não páram aí. Dois filtros π idênticos àquele da Fig. 3b também podem ser conectados em série, conforme indicado por linhas tracejadas na Fig. 4a, de modo a obter um filtro com maior número de elementos (Fig. 4b). Nesse caso, como os dois indutores mais internos estão em paralelo, podemos substituí-los por um único indutor $L = L_k/2$. O valor de R permanece inalterado e o filtro continua sendo **assimétrico.**

Para tornar **simétrico** o filtro, basta conectar dois filtros assimétricos em paralelo, conforme indicado na Fig. 5a. Repare que os indutores ficarão em série dois a dois, podendo, portanto, ser substituídos por $L1 = 2L_k$, $L2 = L_k$ e $L3 = 2L_k$, todos com derivação central. O valor dos capacitores permanece o mesmo. Mas a impedância do filtro simplesmente dobrou, passando de R para 2R.

EXEMPLO DE PROJETO

Suponhamos que desejamos projetar um filtro passa-altas, simétrico, tal qual aquele apresentado na Fig. 5b, e que o mesmo deverá apresentar uma freqüência de corte igual a 42 MHz a — 3,01 dB, com 300 Ω de impedância característica. A solução é

FOTO I — O indutor L1. É constituído por 30 espiras unidas de fio com 0,25 mm de diâmetro (30 AWG), com derivação central, enroladas sobre fôrma com 3,4 mm de diâmetro. A fôrma é um simples segmento de capa plástica retirada de fio com 2,59 mm de diâmetro (10 AWG).

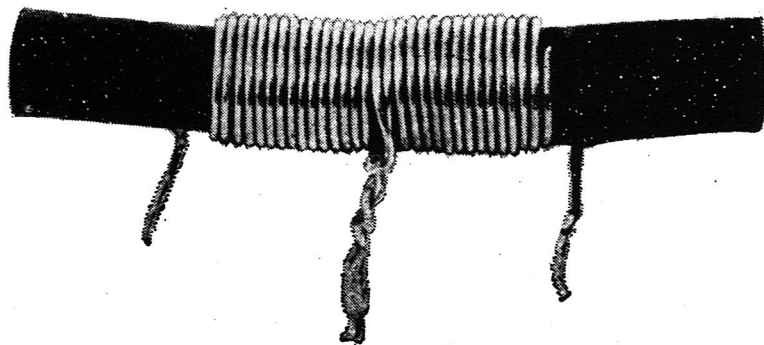
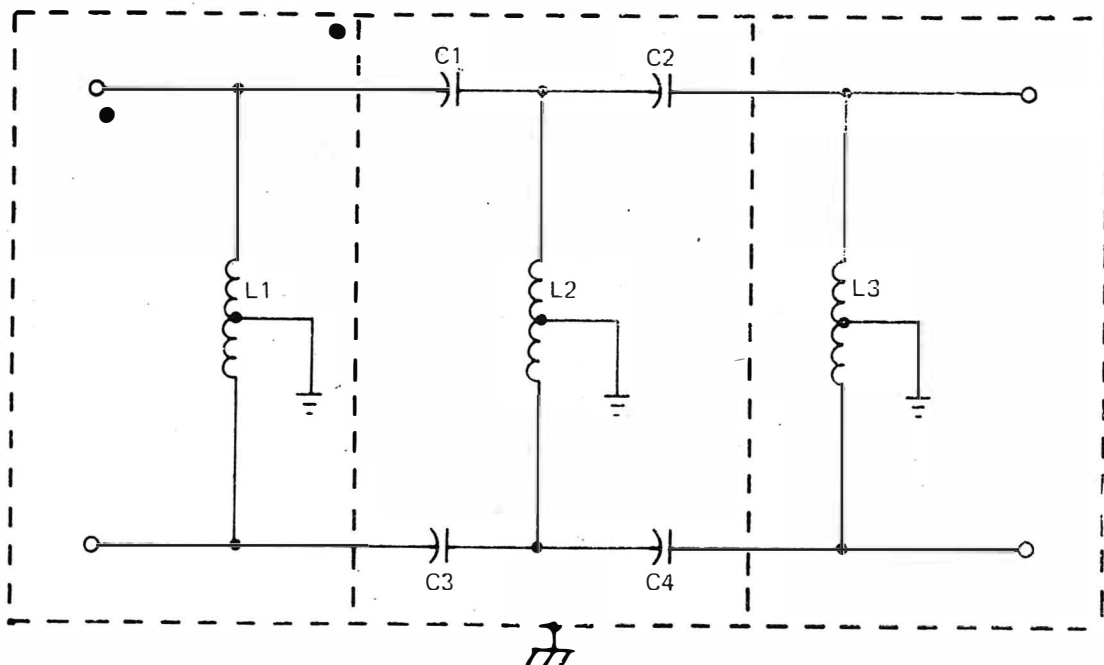



FIG. 6 — Um filtro passa-altas, simétrico, com freqüência de corte igual a 42 MHz a — 3,01 dB, e impedância característica igual a 300 Ω.

LISTA DE MATERIAL

Capacitores

C1 a C4 — 3-30 pF, capacitor compensador ("trimmer")

Diversos

L1, L3 — 30 espiras unidas de fio esmaltado com 0,25 mm de diâmetro (30 AWG), com derivação central, enroladas sobre fôrma com 1,7 mm de raio (3,4 mm de diâmetro — veja texto)

L2 — 17 espiras unidas de fio esmaltado com 0,25 mm de diâmetro (30 AWG), com derivação central, enroladas sobre fôrma com 1,7 mm de raio (3,4 mm de diâmetro — veja texto)

Caixa metálica (veja texto), dois terminais de antena, parafusos, fio, solda, etc.

simples: primeiro calculam-se os valores de C_k e L_k com as fórmulas (1) e (2), como no exemplo anterior, e depois determinam-se os valores de C1, C2, C3, C4, L1, L2 e L3, usando as relações apresentadas na Fig. 5b. Um lembrete: em nosso exemplo, R1 = 2R, logo R = R1/2 = 300/2 = 150 Ω, e e esse o valor a ser empregado nas fórmulas (1) e (2), e já calculados em (3) e (4), tendo sido encontrado para L_k 0,57 μH e para C_k 25,26 pF

Logo:

$$C1 = C_k/2 = 25{,}26/2 = 12{,}63 \text{ pF};$$
$$C2 = C_k/2 = 25{,}26/2 = 12{,}63 \text{ pF}.$$
$$C3 = C_k/2 = 25{,}26/2 = 12{,}63 \text{ pF};$$
$$C4 = C_k/2 = 25{,}26/2 = 12{,}63 \text{ pF};$$
$$L1 = 2\,L_k = 2 \times 0{,}57 = 1{,}14\,\mu\text{H};$$
$$L2 = L_k = 0{,}57\,\mu\text{H};$$
$$L3 = 2\,L_k = 2 \times 0{,}57 = 1{,}14\,\mu\text{H};$$
$$R1 = 2R = 2 \times 150 = 300\,\Omega.$$

A Fig. 6 mostra o filtro passa-altas que acabamos de projetar. Foram acrescentados duas blindagens metálicas (indicadas com linhas tracejadas), destinadas a impedir acoplamento mútuo entre os indutores. A caixa metálica, também indicada com linhas tracejadas, assegura perfeito funcionamento do filtro mesmo na presença de intensos campos eletromagnéticos eventualmente presentes. Para obter o melhor desempenho possível, deve-se prover a caixa metálica com boa conexão a terra.

CONSTRUÇÃO DO FILTRO

Eis pois chegado o momento de passar da teoria à prática. Inicialmente veremos como projetar e construir os indutores, seguindo-se algumas considerações quanto aos capacitores e, finalmente, os detalhes da caixa destinada a alojar esses componentes.

OS INDUTORES

Para o exemplo apresentado, a escolha tanto da fôrma, como também do fio para a bobina, fundamentou-se no velho, arraigado e sacramentado hábito de, sempre que possível, utilizar o material disponível na caixa de sucata. Eis porque optou-se por usar a capa plástica retirada de um pedaço de fio 10 AWG (2,55 mm de diâmetro) como fôrma, e fio esmaltado com 0,25 mm de diâmetro (30 AWG) para as espiras dos indutores.

A indutância de bobinas com apenas uma camada de enrolamento é dada pela conhecida expressão:

$$L = \frac{a^2 \cdot n^2}{9a + 10b} \qquad (5)$$

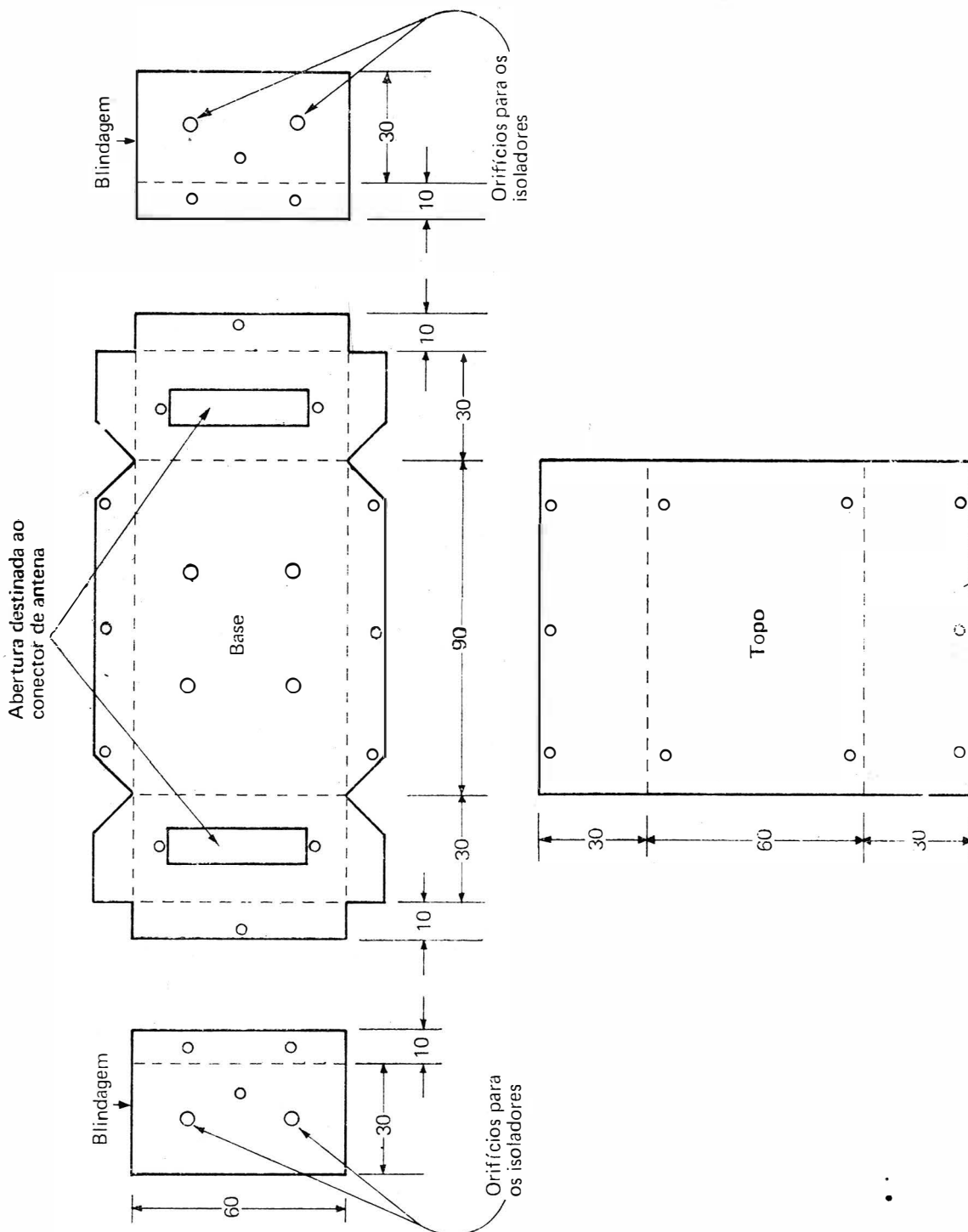



FIG. 7 — Desdobramento da caixa metálica. As dimensões estão dadas em milímetros.

em que:

L = indutância (em μH).
a = raio da fôrma da bobina (em polegadas).
b = comprimento da bobina (em polegadas). Note-se que, quando as espiras são unidas, o comprimento da bobina é igual ao produto do diâmetro do fio (obtido de tabelas) pelo número de espiras.
n = número de espiras.

Como no caso em pauta a = 0,0675 (1,7 mm), e o fio esmaltado 30 AWG tem diâmetro igual a 0,01" (0,254 mm), 30 espiras unidas apresentarão uma indutância igual a:

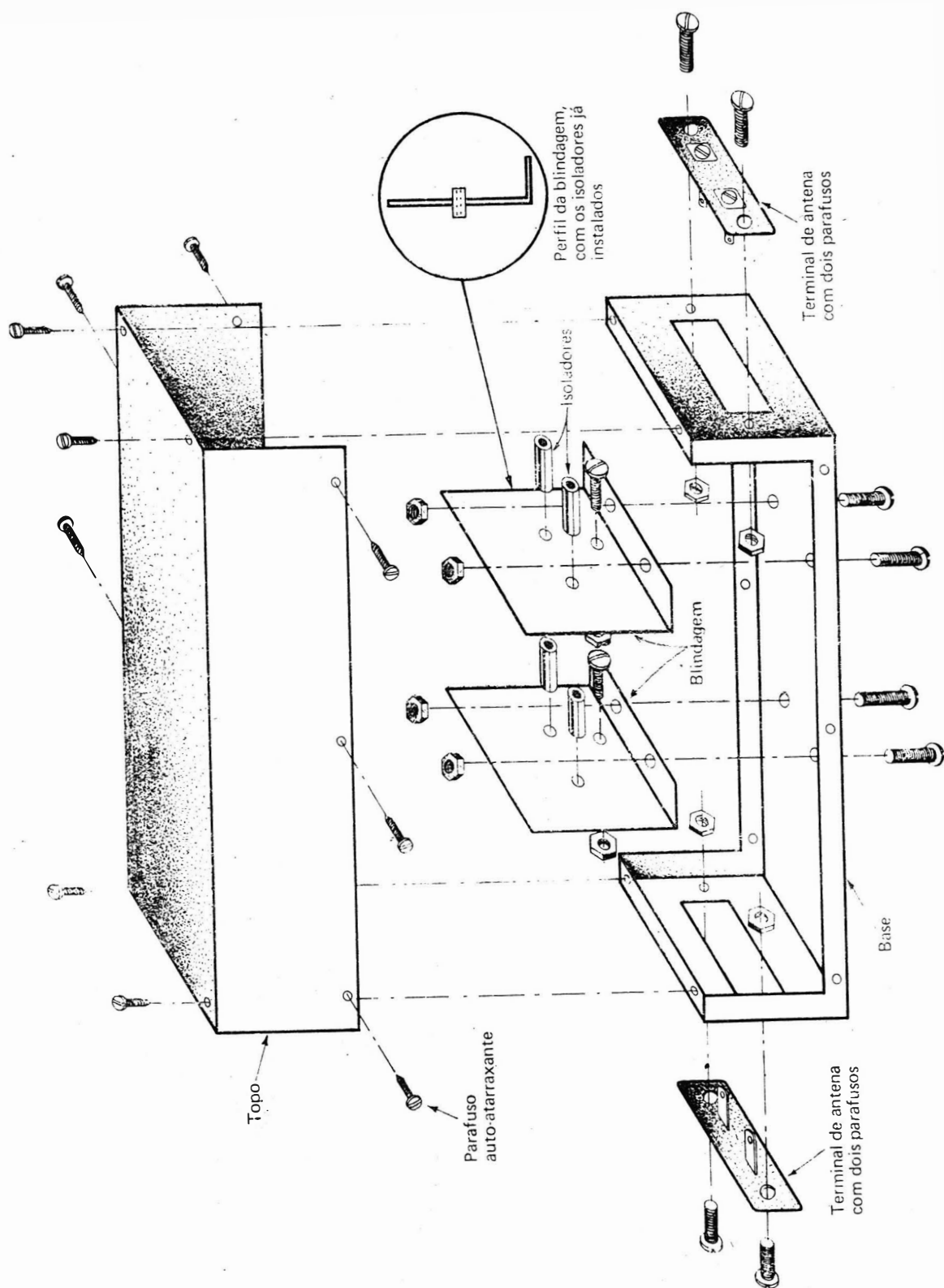



FIG. 8 — Como dobrar e montar as diversas partes constituintes da caixa metálica.

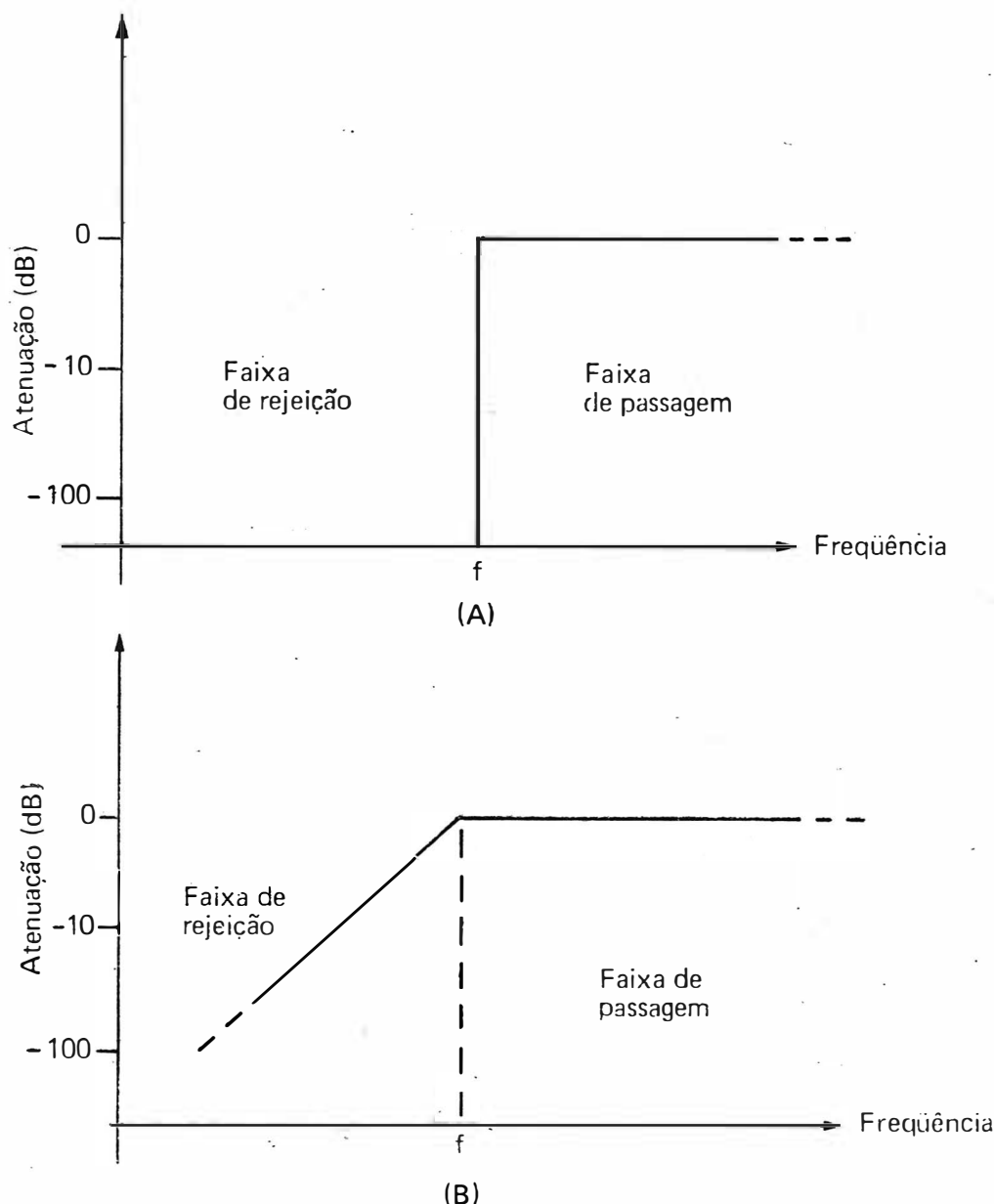



FIG. 9 — Características do filtro passa-altas. (A): do filtro ideal. (B): do filtro prático.

$$L = \frac{(0{,}0675)^2 \cdot 30^2}{9(0{,}0675) + 10(0{,}3)} = 1{,}1367\ \mu H$$

Portanto, uma bobina formada por 30 espiras unidas de fio esmaltado com 0,25 mm de diâmetro (30 AWG), enroladas sobre fôrma com 0,0675" (1,7 mm) de raio (3,4 mm de diâmetro), teoricamente apresenta uma indutância igual a 1,1367 μH, valor este que, para efeitos práticos, é igual aos 1,14 μH de L1 e L3 requeridos pelo projeto. Na prática, esse valor será ligeiramente diferente por diversas razões, entre as quais destacam-se a precisão das medidas efetuadas e o cuidado com que as espiras foram enroladas. Eis porque, uma vez confeccionada a bobina, convém medir sua indutância (veja **E-P**, jan. 81, vol. 50, nº 1, pág. 63) de modo a certificar-se de que a mesma encontra-se dentro da tolerância admissível.

O dimensionamento de L2 é feito de maneira análoga. Como tanto a fôrma da bobina, como a bitola do fio, são idênticas àquelas de L1 e L3, a única diferença será o número de espiras. Assim, 17 espiras unidas resultarão numa indutância igual a:

$$L = \frac{(0{,}0675)^2 \cdot 17^2}{9(0{,}0675) + 10(0{,}17)} = 0{,}5706\ \mu H$$

Portanto, a bobina L2 poderá constar de 17 espiras unidas, de fio esmaltado com 0,25 mm de diâmetro (30 AWG), enroladas sobre fôrma com 0,0675" (1,7 mm) de raio, a qual deverá apresentar os 0,57 μH de indutância requeridos pelo projeto.

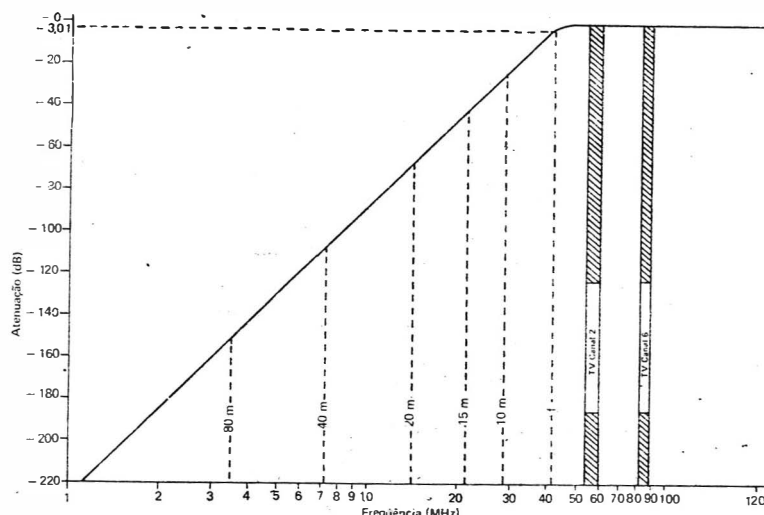
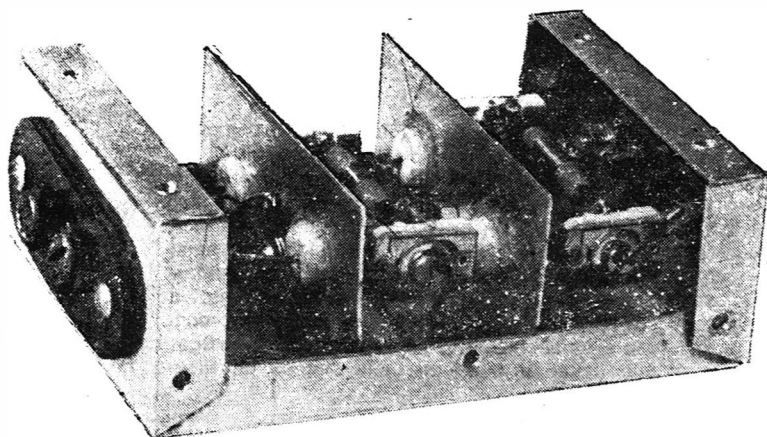



FIG. 10 — Atenuação (teórica) do filtro passa-altas apresentado na Fig. 6.

FOTO II — Disposição dos componentes no interior da caixa. Observe-se que os indutores estão centrados no interior de cada compartimento.

Resta não esquecer a derivação central nas bobinas, por ocasião de construí-las (Foto I).

OS CAPACITORES

Capacitores cerâmicos são inadequados para utilização no filtro em pauta, pois sua tolerância situa-se em torno de ± 20%, enquanto que o projeto requer componentes com valores bem mais precisos. Eis porque optou-se por capacitores compensadores ("trimmer"), os quais, além de serem facilmente ajustáveis à exata capacitância calculada, são também de módico preço.

Obviamente, esses capacitores podem ser ajustados com o auxílio de um capacímetro. Mas na falta deste, o versátil ressonímetro é o instrumento indicado para tal finalidade.

A CAIXA METÁLICA

A caixa metálica, destinada a alojar as partes constituintes do filtro, pode ser construída com chapa de alumínio com 0,5 mm de espessura, de fácil aquisição. Mas, se você é do tipo "mão fechada", pode começar a sorrir, pois ótimos resultados também poderão ser obtidos empregando-se, para tal finalidade, chapa obtida por "canibalização", quer de uma lata de óleo de cozinha, quer de uma velha panela de alumínio.

Nas Figs. 7 e 8 encontram-se, respectivamente, o desdobramento da caixa com suas dimensões e os detalhes de montagem. As especificações do diâmetro dos orifícios foram intencionalmente omitidas, de modo que você, prezado leitor, não titubeie em utilizar os parafusos eventualmente disponíveis em sua caixa de sucata. Pela mesma razão, não foram dimensionados os orifícios destinados aos conectores de antena (no protótipo estes medem 1 cm X 4 cm).

Se a caixa for confeccionada com chapa de alumínio, fixa-se a tampa com parafusos auto-atarraxantes ("rosca soberba"), conforme indicado na Fig. 8; caso contrário, possivelmente será mais prático fixá-la com solda.

Cada uma das blindagens é dotada de dois orifícios, nos quais alojam-se pequenos isoladores perfurados. Esses isoladores são simples segmentos (0,5 cm de comprimento) de dielétrico de cabo coaxial. No protótipo, porém, os mesmos foram confeccionados com "restos" de parafusos plásticos, cuja parte rosqueada havia sido utilizada como fôrma de bobina (veja **Antenna**, jan. 81, vol. 85, nº 1, pág. 58). Os isoladores podem ser fixados à blindagem com cola epóxica ("Cascopox"). Note-se que cada blindagem também possui um orifício destinado a receber o parafuso de fixação da derivação central dos indutores.

A MONTAGEM

A montagem dos componentes dentro da caixa é de uma simplicidade franciscana e, como tal, dispensa maiores comentários; basta observar o diagrama esquemático (Fig. 6) e os detalhes apresentados na fotografia do protótipo (Foto II).

DESEMPENHO

Filtros passa-altas ideais não apresentam perda de inserção para freqüências iguais ou superiores à freqüência de corte, e infinita oposição às demais, com brusca separação entre a faixa de passagem e a faixa de rejeição (Fig. 9a). Essas características, no entanto, são ideais, e na prática podem apenas ser aproximadas (Fig. 9b). A curva de resposta de freqüência para filtros do tipo que acabamos de ver pode ser obtida com o auxílio da seguinte relação:

$$A = 10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{f_x} \right)^{2k} \right] \qquad (6)$$

em que:

A = atenuação (em decibels)
f = freqüência de corte do filtro, a — 3,01 dB
f_x = freqüência para a qual desejamos conhecer a atenuação
k = número de elementos do filtro

Eis aí como foi determinada a curva de resposta de freqüência (Fig. 10) do filtro passa-altas de nosso exemplo. Uma simples análise da equação (6) mostra que, quanto maior o número de elementos de um filtro, mais brusco será o limite entre a faixa de passagem e a faixa de rejeição, ou seja, mais as características do filtro prático aproximar-se-ão das do filtro ideal. Aqui está, portanto, a resposta à pergunta que você, prezado leitor, possivelmente vinha fazendo desde o início do artigo: "Por que conectar duas ou mais seções de filtro em série?".

ESPECIFICAÇÕES

Considerando o exposto nas linhas precedentes, o filtro passa-altas de nosso exemplo apresenta as seguintes especificações:

* Tipo: k-constante, passa-altas
* Entrada e saída: simétricas
* Impedância de entrada: 300 Ω
* Impedância de saída: 300 Ω
* Freqüência de corte: 42 MHz a — 3,01 dB
* Atenuação: veja o gráfico da Fig. 10.

UTILIZAÇÃO

Tanto a freqüência de corte (42 MHz), como a impedância (300 Ω) do filtro usado para exemplificar a técnica de projeto, foram deliberadamente escolhidos de modo a possibilitar sua instalação junto à entrada de antena de televisores. A conexão, feita com cabo geminado de TV, de 300 Ω, deve ser tão curta quanto possível. Os melhores resultados serão obtidos quando o filtro estiver ligado a um bom terra.

BIBLIOGRAFIA

A.R.R.L. — 1981 — "The Radio Amateur's Handbook". American Radio Relay League, Newington, Conn., USA

GRAMMER, G. — 1972 — "A Course in Radio Fundamentals". American Radio Relay League, Newington, Conn., USA

TUITE, D. — 1974 — Practical Circuit Design for the Experimenter. TAB Books, USA

TURNER, R. P. — 1976 — Impedance. TAB Books, USA

Mini-transmissor de FM

Construa este dispositivo de inúmeras aplicações.

ENTRE os diversos tipos de transmissores cuja construção está ao alcance do amador de nível médio, os radiomicrofones de FM ou, como são mais conhecidos, os "radioespiões", são, sem dúvida alguma, os que mais se destacam.

Estes aparelhinhos constituem-se normalmente no que podemos chamar de "passaporte para o éter", a quem se inicia no campo da radiotransmissão. Evidentemente, a simplicidade de projeto e de sua execução representa uma ampla vantagem para o radioaficionado, pelo fato de permitir uma vasta gama de experiências.

As possibilidades de aplicação desse pequeno aparelho são praticamente ilimitadas, podendo abranger desde a finalidade aqui proposta, ou seja, como "radioespião", até o seu uso como microfone sem fio. Para tal basta colocá-lo a uma certa distância de um receptor de FM. Lembramos que é proibida a irradiação de sinais além do âmbito domiciliar e que, por conseguinte, o leitor não deverá usar de nenhum recurso (tais como o aumento do comprimento da antena ou elevação da tensão da bateria) que contribua para ampliar o âmbito da irradiação dos sinais.

O CIRCUITO

O circuito, como já foi dito, é bastante simples (ver Fig. 1). O sinal proveniente de um microfone (que deve ser de cristal) é aplicado à base do primeiro transistor (TR1), que é uma unidade de alto ganho. Do coletor deste transistor o sinal é acoplado à base do segundo transistor (TR2), que se constitui no segundo estágio amplificador de audiofreqüência.

Podemos observar que tanto o emissor de TR1 quanto o de TR2 não estão desacoplados. Se em paralelo com R8 ligássemos um capacitor de, por exemplo, 50 μF, a sensibilidade aumentaria consideravelmente mas, no entanto, isso não se faz necessário, uma vez que a sensibilidade disponível, com o circuito proposto, é mais do que suficiente para o nosso objetivo.

O sinal de audiofreqüência colhido no coletor de TR2 é aplicado a um varactor (diodo de capacitância variável pela tensão), o qual modula em freqüência a etapa osciladora constituída por TR3, cujo projeto é inteiramente convencional.

Os reatores de R.F., XRF1 e XRF2, têm por função isolar as etapas de audiofreqüência do oscilador de R.F., obtendo-se desta maneira um funcionamento muito estável. O

LISTA DE MATERIAL

Semicondutores

TR1, TR2 — BC549 ou equivalente

TR3 — BSX26, 2N4292, 2N2369 ou equivalente

D1 — BA102 (varactor)

Resistores: (todos de 1/4 W, 10%, salvo especificação em contrário)

R1 — 1 MΩ
R2 — 220 Ω
R3, R7 — 10 kΩ
R4, R9 — 100 kΩ
R5 — 15 kΩ
R6, R11 — 1,5 kΩ
R8 — 470 Ω
R10 — 6,8 kΩ
R12 — 56 Ω

Capacitores

C1 — 0,1 μF, 160 V, poliéster

C2 — 470 pF, 100 V, cerâmico de disco

C3, C4 — 4,7 μF, 16 V, eletrolítico

C5, C7, C13 — 0,001 μF, 100 V, cerâmico de disco

C6 — 0,0022 μF, 100 V, cerâmico de disco

C8, C10 — 6,8 pF, 100 V, "plate"

C9 — 0,22 μF, 160 V, poliéster

C11 — 4,7 pF, 100 V, "plate"

C12 — 2,2 pF, 100 V, "plate"

Diversos

L1 — Bobina osciladora: 6 espiras de fio estanhado desencapado, de diâmetro de 0,6 mm, enrolamento auto-suportado com um diâmetro de 6 mm.

XRF1, XRF2 — reator de R.F. de 470 μH

XRF3 — reator de 0,5 μH

CH1 — interruptor simples

B1 — Bateria de 9 V, ou 6 pilhas de 1,5 V, ligadas em série

Microfone de cristal

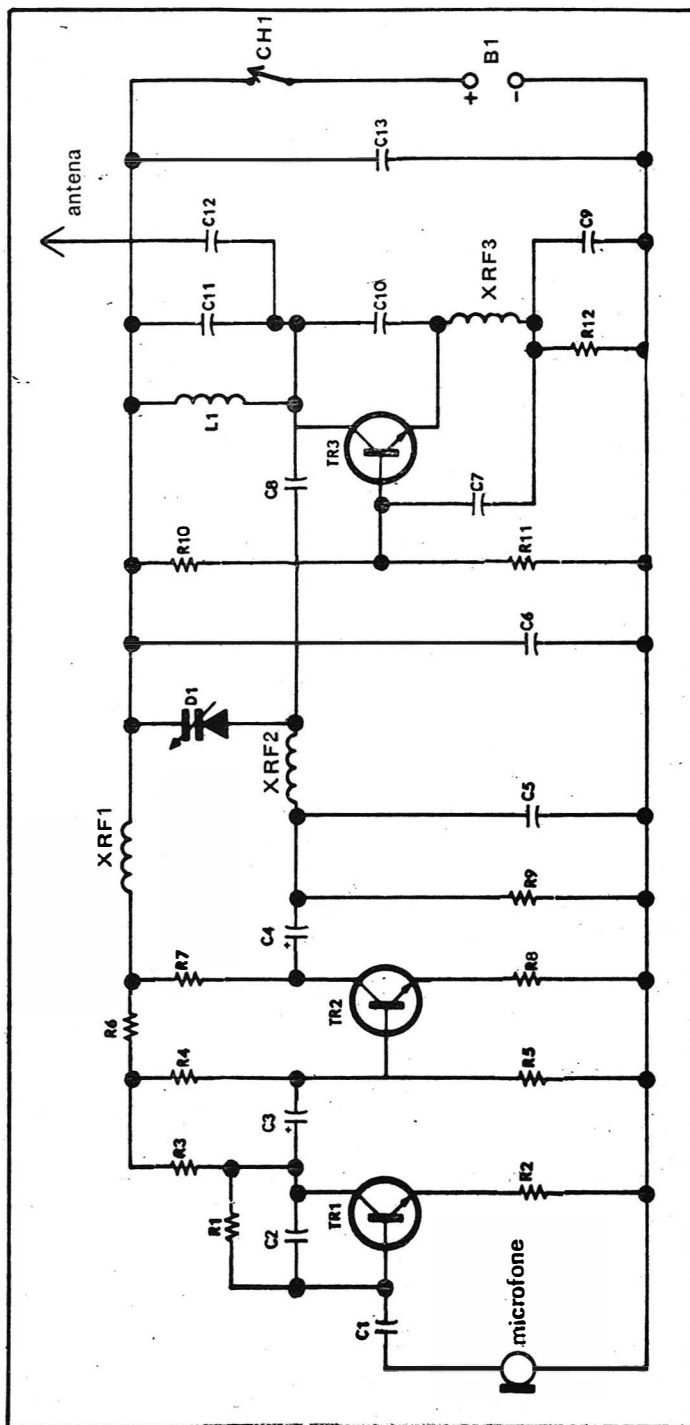
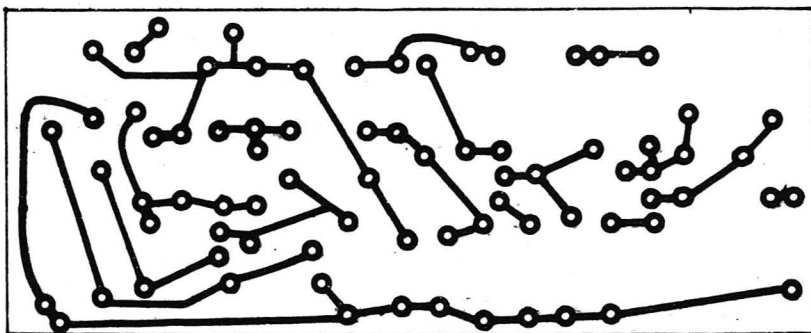



FIG. 2 — Sugestão para a confecção da plaqueta de circuito impresso (vista do lado cobreado).

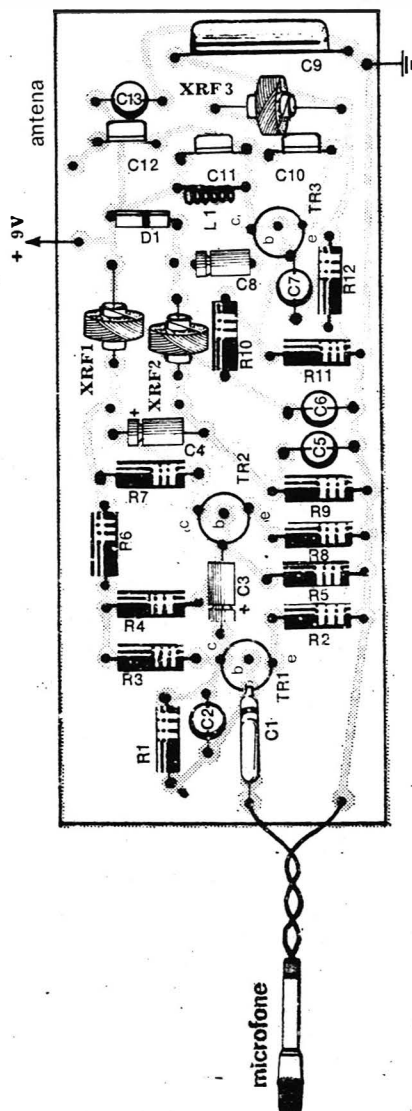



FIG. 3 — Plaqueta vista do lado dos componentes.

oscilador é acoplado à antena através do capacitor C12 de 2,2 pF.

Todo o projeto pode ser montado sobre uma plaqueta de fiação impressa de fácil execução, ou ainda sobre uma placa de fenolita perfurada, fazendo-se todas as interligações por meio de fio rígido estanhado. A Fig. 2 mostra a plaqueta de circuito impresso vista do lado cobreado, e a Fig. 3 a plaqueta do lado dos componentes.

MONTAGEM

Sobre a montagem pouco se tem a dizer, a não ser da necessidade de se manter os terminais dos componentes o mais curtos possível, caso o leitor não tenha optado pelo circuito impresso. Não use pasta de soldar, pois os resíduos depositados poderão influir de forma muito intensa sobre o funcionamento do circuito, principalmente na parte de R.F. Para confeccionar a plaqueta de circuito impresso use o processo convencional e, após concluída a sua feitura, envernize com um tipo de verniz incolor encontrado à venda no comércio especializado sob a forma de aerosol.

Como antena podemos utilizar um pedaço de fio comum ou uma vareta aproveitada de uma antena de televisor (dessas embutidas) com um comprimento aproximado de 80 cm.

AJUSTE

Devido à inexistência de um capacitor variável em nosso projeto, a sintonia do transmissor é efetuada simplesmente pela aproximação ou afastamento das espiras de L1, que é a bobina osciladora, do tipo autosuportada. Isto será suficiente para cobrir toda a faixa de FM. ◉

bibliografia e referências

RECEPTOR DE ONDAS CURTAS, Rayer, F.G.; Eletrônica Popular, vol. 47, nº 1.
O RCVR 3TR, Facen, Louis; Eletrônica Popular, vol. 47, nº 2.
UM RECEPTOR DE FM SUPER-REGENERATIVO, Madeira,Evandro Luiz Duarte; Eletrônica Popular, vol. 48, nº 1.
RECEPTOR DE AM SIMPLIFICADO, Facen, Louis; Eletrônica Popular, vol. 50 nº 3.
BRINCANDO DE CORUJA, Feres,Amer; Eletrônica Popular, vol. 46, nº 1.
O "SACA-ROLHAS", Facen, Louis; Eletrônica Popular, vol. 51, nº 5.
TRANSMISSOR DE FM COM SUCATA, Veiga,Roberto Nepomuceno da; Eletrônica Popular, vol. 48, nº 6.
MINITRANSMISSOR DE ONDAS CURTAS, Santos Jr.,Jorge dos; Eletrônica Popular, vol. 48, nº 1.
TRANSMISSOR DE RADIOCOMANDO COM 4 "CANAIS", Serra,A; Eletrônica Popular, vol. 46, nº 2.
MINITRANSMISSOR DE FM, Madeira,Evandro Luiz Duarte; Eletrônica Popular, vol. 46, nº 3.
O FONE VOLANTE, Amorim,João Torres de; Eletrônica Popular, vol. 51, nº 3.
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE FILTROS PASSA-ALTAS PARA ELIMINAÇÃO DE TVI, Breitag, Erick; Eletrônica Popular, vol. 53, nº 5.
MINI-TRANSMISSOR DE FM, Martinez,N; Eletrônica Popular, vol. 45, nº 1.

QUAL É O SEU INTERESSE?

• Vídeo? • Segurança?
• Áudio? • Reparações?

EIS AS RESPOSTAS!

ELAS ESTÃO NESTAS COLETÂNEAS "SELTRON":

- ► ***VÍDEO — GRAVAÇÃO • REPRODUÇÃO • REPARAÇÃO • ACESSÓRIOS:*** *Um fascículo especialmente elaborado para quem curte Vídeo. As técnicas para uma boa recepção. Os macetes de gravação e reprodução. Montagem de acessórios para uso em vídeo e equipamentos associados.*
- ► ***MONTAGENS PRÁTICAS DE ÁUDIO — AMPLIFICADORES E ACESSÓRIOS:*** *Conjunto de montagens de áudio, abrangendo misturadores, preamplificadores, equalizadores, módulos de potência, amplificadores integrados e acessórios especiais. Instruções completas para as montagens.*
- ► ***COMO CONSTRUIR ALARMAS PARA CASA, CARRO MOTO:*** *Proteja-se da violência urbana com os inúmeros dispositivos apresentados nesta coletânea, com aplicação em automóveis, motos, residências, escritórios, lojas e outros estabelecimentos. 11 dispositivos ultra-práticos, com suas execuções detalhadas com desenhos, fotos e chapeados.*
- ► ***CONSERTOS DE TV:*** *Coletânea de técnicas e procedimentos para se reparar televisores. Numerosos exemplos de defeitos típicos com farto material de ilustração. Um fascículo absolutamente prático para videotécnicos e hobbystas.*

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

Atendimento Postal:	Rio de Janeiro:	São Paulo:
C.P. 1131 — Rio de Janeiro, RJ	Av. Mal. Floriano 143 — Sobreloja	Rua Vitória 379/383
CEP 20001	Fone: (021) 223-2442	Fone: (011) 221-0683

"Entre no Ar!"

Mini – Transmissores & Rádio – Receptores

13 Montagens Práticas

- ★ RECEPTOR DE ONDAS CURTAS
- ★ O RCVR 3TR
- ★ UM RECEPTOR DE FM SUPER–REGENERATIVO
- ★ RECEPTOR DE AM SIMPLIFICADO
- ★ BRINCANDO DE CORUJA
- ★ O "SACA–ROLHAS"
- ★ TRANSMISSOR DE FM COM SUCATA
- ★ MINITRANSMISSOR DE ONDAS CURTAS
- ★ TRANSMISSOR DE RADIOCOMANDO COM 4 "CANAIS"
- ★ MINITRANSMISSOR DE FM
- ★ O FONE VOLANTE
- ★ PROJETO E CONSTRUÇÃO DE FILTROS PASSA–ALTAS PARA ELIMINAÇÃO DE TVI
- ★ MINITRANSMISSOR DE FM

SELEÇÕES ELETRÔNICAS EDITORA LTDA.
CAIXA POSTAL 771 – RIO DE JANEIRO, RJ

Mini-Transmissores & Rádio-Receptores: 13 Montagens